

UNIVERSITE DE CLERMONT

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1969

N°

72

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN PHARMACIE
(Diplôme d'Université)

par

Marie-Thérèse JALTEL-LUBIERE

Pharmacien

Licenciée ès Sciences

Diplômée d'Etudes Hydroclimatiques

Présentée et soutenue publiquement le 24 NOV. 1969

ALIMENTATION EN EAU DE LA VILLE
DE CHATELLERAULT

Président Monsieur CUVELIER, Professeur
Membres du Jury : Monsieur TRONCHE, Professeur
Monsieur DAUPHIN, Professeur
Monsieur VAURS, Professeur

CLERMONT - REPRODUCTION

64, avenue Jean Noellet

63 - AUBIERE (1969)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITE DE CLERMONT

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1969

N°

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN PHARMACIE

(Diplôme d'Université)

par

Marie-Thérèse JALTEL-LUBIERE

Pharmacien

Licenciée ès Sciences

Diplômée d'Etudes Hydroclimatiques

Présentée et soutenue publiquement le 24 NOV. 1969

ALIMENTATION EN EAU DE LA VILLE
DE CHATELLERAULT

Président Monsieur CUVELIER, Professeur
Membres Monsieur TRONCHE, Professeur
du Jury : Monsieur DAUPHIN, Professeur
 Monsieur VAURS, Professeur

CLERMONT - REPRODUCTION

64, avenue Jean Noellet

63 - AUBIERE (1969)



UNIVERSITE
de
CLERMONT

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Doyen : G. MEYNIEL,
Assesseur : M. COULET

Doyen Honoraire : M. CUVELIER Directeur Honoraire : M. MERLE.

Professeurs Honoraires : Mme BLANQUET, MM. BUREAU,
M. POMMÉ

I - Professeurs Titulaires

MM. BARRIER	- Clinique Chirurgicale A
BASTIDE	- Chimie biologique et Pharmacodynamie
BAUDON	- Clinique Obstétricale
BERGER	- Chimie Analytique
BERGERON	- Pathologie Médicale
COULET	- Botanique et Microbiologie
CUVELIER	- Hydrologie et Climatologie
DASTUGUE	- Biochimie Médicale
DAUPHIN	- Chimie Pharmaceutique et Toxicologie
DELAGE	- Anatomie Pathologique
FEBVRE	- Pharmacie Galénique
GERMAIN	- Clinique Chirurgicale B
GRAS	- Clinique Médicale A
JACQUEMET	- Technique Chirurgicale
JALLUT	- Séméiologie Médicale
LATAIX	- Pathologie chirurgicale
MERCIER	- Anatomie
MEYNIEL	- Biophysique médicale
MOLINA	- Clinique Pneumo-phtisiologique
PETIT	- Médecine Légale et Médecine Sociale
POROT	- Clinique neurologique et psychiatrique
POURRAT	- Matière Médicale
Mele RAMPON	- Thérapeutique
MM. ROUHER	- Clinique ophtalmologique
TERRASSE	- Clinique médicale B
THIEBLOT	- Physiologie
THOMAS	- Clinique Oto-Rhino-Laryngologique
TRONCHE	- Pharmacie Chimique
TURCHINI	- Histologie et Embryologie
VAURS	- Bactériologie et Hygiène
WILLEMIN-CLOG	- Clinique médicale infantile

II - Professeurs Titulaires à titre personnel

M. CHAMPEIX	- Médecine Légale et Médecine du Travail
M. VIALLET	- Electro-Radiologie.
M. ALFIERI	- Biophysique Médicale

III - Professeurs sans Chaire.

Mlle CHATONIER	- Chimie minérale et Minéralogie
M. CLUZEL	- Bactériologie
M. DUCHENE-MARULLAZ	- Physiologie
Mme GAILLARD	- Physique pharmaceutique
M. MENUT	- Pédiatrie et Puériculture
M. PIGNIDE	- Médecine générale

IV - Maîtres de Conférences Agrégés.

M.

Mme MOINADE	- Médecine générale et Thérapeutique
Mme POURRAT	- Matière Médicale
M. RAYNAUD	- Pédiatrie
M. VENRIES de LAGUILLAUMIE	- Anatomie Pathologique.

V - Agrégés

MM. FOURRIER	- Orthopédie
HOUDARD	- Chirurgie Générale
JANNY	- Neuro-chirurgie
RENARD	- Pneumo-ptisiologie
TOURNILHAC	- Neurologie et Psychiatrie.

VI - Délégués dans les fonctions de Maîtres de Conférences.

MM. BOUCHER	- Physiologie
COUQUELET	- Pharmacie chimique
GENTOU	- Biochimie médicale
MALET	- Histologie et embryologie
MARCHEIX	- Médecine générale et thérapeutique
Mme PETIT	- Chimie pharmaceutique
MM. FLAGNE	- Cancérologie

Attaché Principal : M. BERTHON
Conservateur de la Bibliothèque : M. ARCHIMBAUD

La Faculté décide que les opinions émises dans les travaux et mémoires présentés à l'occasion d'une soutenance de thèse de Doctorat en Médecine ou en Pharmacie doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner, ni approbation ni improbation. (Délibération en date du 6 Juin 1956).

[illegible]

A mes Parents

*Qu'ils trouvent ici, l'expression de toute
ma reconnaissance et de ma profonde af-
fection.*

A mon Mari,

*Avec mon affectueuse reconnaissance.
Je lui dois d'avoir réalisé ce travail.*

A mes Enfants

A tous mes Parents et Amis.

Cette Thèse a été préparée sous la direction de Monsieur le Professeur CUVELIER. Pour l'intérêt avec lequel il a suivi et encouragé mes travaux, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de ce jury, je lui exprime ma profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur DAUPHIN qui m'a guidé avec tant de bienveillance tout au long de mes études, et qui m'a toujours témoigné tant de sollicitude.

A Monsieur le Professeur TRONCHE dont les conseils éclairés m'ont apporté une aide si efficace.

A monsieur le Professeur VAURS qui a bien voulu s'intéresser à cette Thèse.

J'exprime également toute ma reconnaissance.

Mes remerciements vont aussi :

- A Monsieur TALLION, Directeur honoraire de l'Ozone, fondateur en 1925 de la première station d'épuration.*
- A Monsieur SATABIN, Directeur de la Station qui a bien voulu me faire profiter de son expérience.*
- Au personnel de l'Ozone qui m'a toujours aimablement accueillie et aidée à réaliser ce travail.*
- A Mademoiselle SCHEURER, Bibliothécaire qui m'a aidé dans mes recherches et a mis à ma disposition les archives de la ville de Châtellerault.*

- A Monsieur ARCHIMBAULT, Bibliothécaire de l'Université de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand, qui a grandement facilité mes recherches bibliographiques.

- A Monsieur OBADIA, Directeur du Bureau d'Hygiène municipal de Châtellerault qui m'a fourni de précieux renseignements.

- Au personnel du Laboratoire de l'Hôpital de Châtellerault chargé des analyses d'eau.

Je tiens enfin à exprimer ici ma profonde reconnaissance à tous nos Maîtres de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand, pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigué.

INTRODUCTION

" L'alimentation en eau des grandes cités constitue un problème aussi ancien que la civilisation et depuis l'antiquité des ouvrages d'art dont les restes nous remplissent encore d'admiration témoignent par leur ampleur, des efforts que les bienfaits de l'eau ont su inspirer aux hommes ." (30)

Si le problème posé par l'alimentation en eau des villes a été résolu de façon plus ou moins satisfaisante, celui de la campagne et en particulier des villages et fermes dispersées, reste encore d'actualité. Ce n'est qu'en 1934 .'' qu'apparut officiellement la conception d'une distribution rurale moderne sous pression et à domicile, à l'aide de branchements particuliers permettant aux usagers toute utilisation d'eau ''. Jusqu'en 1939, les conseils municipaux furent en but à des difficultés psychologiques et pécuniaires : " la notion d'un prix de l'eau, matière qui dans son essence est gratuite, n'était pas encore entrée dans les esprits ''.

En 1954, une enquête a permis de savoir qu'en France, sur une population rurale de 21.595.000 habitants 41 % environ bénéficiaient d'une distribution correcte. Il est certain qu'à l'heure actuelle le manque d'eau entraînant un manque de confort est une des causes déterminantes du dépeuplement rural. Ces chiffres d'ailleurs, descendent entre 22 % et 29 % dans l'ouest suivant les conditions géographiques. Dans la Vienne et dans les plaines sédimentaires " la dispersion de l'habitat accroît les difficultés techniques et financières ''. En période de sécheresse intense, le problème est dramatique dans les campagnes : abreuver le bétail devient impossible ; " dans certains départements (Vienne, Vendée) il faut recourir à de coûteux charrois d'eau sur des distances atteignant parfois 20 km ; des épidémies de fièvres aphteuses dans la Vienne sont attribuées à la contamination du bétail autour des rares points d'eau pollués " (23).

Au problème de l'alimentation en eau des villes et des campagnes s'est ajouté celui de la contamination des eaux superficielles et des nappes souterraines par la masse des différents effluents

urbains et industriels." On croit communément que les eaux de rivière pourront être indéfiniment traitées de façon à devenir potables, tout en s'abstenant de lutter contre les pollutions de toute nature qui les souillent de plus en plus. C'est une très dangereuse illusion car parvenues à un certain degré, certaines pollutions ne pourront plus être éliminées (salinité exagérée, hydrocarbures, antibiotiques, matières radioactives, etc ...) et l'on devra, un jour renoncer au pompage non seulement en rivière, mais aussi peut être dans certaines nappes alluviales". (9)

Faut-il en conclure que nos petits enfants risquent de se voir un jour privés d'eau ? Cette éventualité heureusement n'est pas encore à envisager. On doit cependant, veiller à l'amélioration des qualités physicochimiques et bactériologiques de l'eau et on doit y associer une campagne pour en limiter la surconsommation et le gaspillage. L'eau est un bien si précieux qu'il doit être utilisé à bon escient. Et chacun de méditer la croisade entreprise par les édiles de Sheffield qui ont fait apposer sur les murs de la cité l'inscription : .. Use less water. ..

Souhaitons que les pages qui vont suivre, fassent prendre conscience à tous des difficultés rencontrées pour obtenir à discrétion une eau potable c'est-à-dire .. une eau qui plaît au consommateur et ne le rend point malade ". (23)

L'ALIMENTATION EN EAU

HISTORIQUE

Il n'est pas douteux que les premiers habitants de la cité aient puisé dans la Vienne l'eau nécessaire à leur mille besoins journaliers.

Ce serait à la suite de la panique qui précéda la grande invasion germanique de l'an 406 et la destruction des abris gallo-romains de Cenon et d'Ingrandes, que se serait créé le premier camp retranché, ancêtre de la ville. Bien que cette origine soit contestée par l'Abbé Lalanne - historien de la ville - qui situe dans la dernière moitié du IX^{ème} siècle la construction du premier château par Airaud, Vicomte de Poitou d'où le nom de " Castellum Airaldi " qui, par contraction phonétique devait donner Château d'Airaud et Châtellerault, on peut avancer que les châtelleraudais d'alors puisèrent l'eau du fleuve à l'aide d'outre de peaux d'animaux sauvages ou d'ustensiles en bois. Ce n'est que plus tard qu'ils utilisèrent des poteries.

Au XII^{ème} siècle, les petits fils des Brivates peuplèrent la rive gauche de la Vienne. Les habitants de ce premier faubourg de la ville qu'on appela : " Castellum nuevo " pour l'opposer à celui de la rive droite, restèrent isolés par la rivière avant que ne fut construit un pont de bois " ancêtre de l'actuel pont Henry IV, commencé en 1572 par Flandin et terminé seulement 30 ans plus tard par Charles Androuet du Cerceau". Le développement de deux bourgades séparées par la rivière allait créer des difficultés supplémentaires pour l'approvisionnement en eau.

La prospérité de la cité liée à sa situation aux confins du Poitou et de la Touraine, du Nord et du Midi l'avait fait choisir comme étape par les pèlerins sur le chemin de Compostelle ou de Saint Martin de Tours. Sa position exceptionnelle sur la Vienne navigable ne pouvait la laisser longtemps à l'abri du négoce. Les bateliers et la

“ Communauté des marchands fréquentant la rivière de Loire et affluents descendant en icelle ” allaient concourir au plein épanouissement de cette industrielle cité. On retrouve d'ailleurs dans les archives locales la trace d'études réalisées par ordre de François Ier de 1538 à 1542 pour rendre accessible à la navigation la Vienne entre Châtellerault et Chauvigny et la remontée du Clain jusqu'à Vivonne, “ afin de faciliter les arrivages des denrées du pays jusqu'à la Loire et, de là, à la mer.”

Ce brassage de population engendrait des épidémies qui, jointes à l'état sanitaire particulièrement défectueux ravageaient de façon périodique la cité. L'auteur du "Livres de raison d'une famille châtelleraudaïse" nous livre ses doléances et ses craintes : “ Les rues de la ville sont bien mal pavées. Il en résulte que les eaux ménagères ne s'écoulent pas et forment la plupart du temps des cloaques qui répandent des odeurs infectes et sont sources de contaminations ” (20)

Au cours des épidémies qui se succédèrent de 1629 à 1632 ainsi qu'en 1721 - 1722, des mesures sanitaires d'hygiène furent édictées pour essayer d'enrayer le terrible fléau. La vigilance accrue de l'administration, “ désireuse d'écarter le mal, fait relever les brèches du mur d'enceinte, élargir et creuser les fossés afin d'interdire l'entrée de la ville à tout pèlerin ou tout soldat contagieux ”. Ces mesures de salubrité restèrent vaines tant que les châtelleraudais utilisèrent les eaux de la rivière, puisant leur eau de boisson dans des zones insalubres où l'on jetait tous les déchets et les excréments. En effet, aux pollutions des habitants, s'ajoutèrent rapidement celles des industries. Dès le XI^{ème} siècle, la coutellerie de luxe devenait florissante, comptant “ 50 maîtres organisés corporativement ”; aux XVI^{ème} et XVIII^{ème} siècles, 300 maîtres et 700 compagnons travaillaient dans cette spécialité.

L'eau de la Vienne s'étant avérée insuffisante en période d'étiage et trop dangereuse pour la population, les châtelleraudais captèrent l'eau de maigres sources et utilisèrent l'eau des puits et des puisards. Dans une “ Notice sur la distribution des eaux dans la ville de Châtellerault ”, nous trouvons cette description de la ville telle qu'elle se présentait à l'hygiéniste en 1868 : “ Sur la rive droite, se trouve la ville proprement dite, avec les deux faubourgs Saint-Jacques et Sainte Catherine. Le grand Faubourg de Châteauneuf, qui contient plus des 2/5^{ème} de la population de la commune, est établi sur la rive gauche. Pour toute eau potable, chaque faubourg de Châtellerault possède un puits public donnant une eau médiocre que l'on retire à l'aide d'une pompe ”. Le chroniqueur précise qu'en été, deux puits sur trois tarissaient ; les habitants devaient alors avoir recours à l'eau malsaine de la Vienne.

Il existait aussi, au milieu de la grande promenade une fontaine " produit d'un antique drainage dont l'eau recueillie dans un chenal en maçonnerie était amenée à un réservoir, d'où elle coulait par plusieurs robinets." (31) L'eau de cette fontaine, appelée Fontaine de Rouillac, prenait naissance dans les sables verts comme nous l'indiquons dans le chapitre de géologie. Elle passait à travers des tuffeaux pour arriver dans le bassin de Rouillac et de là dans le réservoir de la ville. L'eau obtenue était " légère, de bonne qualité et très appréciée par les habitants de Chatellerault ". Malheureusement, comme les puits publics, cette fontaine se trouvait à sec chaque été.

Comme seule ressource, il restait alors la pompe de la place Notre-Dame, les puits particuliers. A Chateaufort, la situation était encore plus précaire, car il ne restait que l'eau malsaine des puits et s'alimenter en eau dans le lit de la Vienne posait beaucoup de difficultés en été.

La grande préoccupation des administrateurs de la Ville fut de fournir aux usagers l'eau en quantité suffisante mais ils se heurtèrent à une difficulté majeure : l'absence de ressources financières qui entraîna longtemps un défaut d'étude sérieuse réalisée pour la captation des nappes souterraines entourant la ville. Telle fut la situation précaire qui subsista jusqu'au début du XIXème siècle - date à partir de laquelle de nombreux projets furent mis à l'étude. Ce n'est seulement qu'en 1868 qu'une solution assez satisfaisante devait pouvoir être réalisée.

Un premier projet fut établi vers 1820, au moment de la construction, en amont du pont Henry IV, d'un barrage pour les usines de la manufacture d'armes. Il consistait à réaliser une dérivation sur la rive droite de la Vienne permettant ainsi une distribution de l'eau du fleuve. L'administration, soucieuse de ne pas imposer de servitude à la manufacture récemment installée, refusa d'accepter ce projet.

Le succès remporté en Artois et en Picardie dans le forage des puits jaillissants se répandait dans toute la France et avait fait naître beaucoup d'espoir dans le coeur de maints chatelleraudais. En Touraine - province voisine - des essais avaient été réalisés et, en 1830, un premier puits était foré avec succès à Tours, fournissant un débit quotidien de 54.900 litres. Pour augmenter les chances de succès, les chatelleraudais firent appel au même ingénieur, Degoussé, pour entreprendre les travaux de forage. Le département offrit une prime pour en aider la réalisation mais, malgré cet apport financier, les dépenses dépassèrent rapidement les prévisions : il s'agissait d'une

opération longue qui fut rendue difficile par la présence du calcaire jurassique. La sonde, après une assise d'alluvions et de grès verts, traversa des calcaires compacts lithographiques en alternance avec des marnes argileuses, sur une profondeur de plus de 250 mètres sans atteindre de nappes. Comment expliquer cet échec ? On sait qu'un puits artésien : " forage vertical droit et généralement profond, a pour but d'atteindre une nappe souterraine et de la faire jaillir à la surface du sol .. c'est ce qui les différencie des puits ordinaires, où il est nécessaire d'appliquer une force pour faire monter l'eau à la surface du sol. Il faut donc la présence de deux couches résistantes, imperméables, séparées par une épaisseur quelconque de couches perméables qui permettent aux eaux pluviales de s'infiltrer et de s'amasser dans leurs profondeurs assez librement pour qu'une issue étant tout à coup offerte par la sonde, elles puissent s'y élancer et se faire jour à l'extérieur". (26) Souvent les massescalcaires du jurassique sont fragmentées par l'érosion, aussi des couches filtrantes et des couches marneuses imperméables du lias sont elles mises à nu ; il en résulte, au niveau des vallées, des écoulements abondants des eaux souterraines. Enfin, un autre obstacle est fourni par la résistance presque invincible que la dureté des nappes siliceuses oppose à l'action du trépan. Ces nappes siliceuses qui atteignent parfois l'épaisseur de plusieurs mètres sont échelonnées à divers niveaux dans les étages de calcaire jurassique. Ce sont ces formations très dures qui devaient empêcher le forage du puits artésien. Aussi, devant l'ampleur des dépenses, le Conseil Municipal décida d'arrêter les travaux : " une pierre fut scellée sur l'orifice ... "

Un autre projet, basé sur l'utilisation d'une nappe souterraine en provenance des Charroux, au dessous du coteau de Pouthumé, fut étudié. Des fouilles furent entreprises et l'on construisit même des aqueducs et des canalisations d'évacuation. Hélas on dut se rendre rapidement à l'évidence : l'eau entraînait des vases qui bouchaient les canalisations. Malgré de gros frais d'entretien et de drainage, on décida l'arrêt des travaux avant même qu'ils aient pu fournir à la ville une eau en quantité suffisante.

La localisation d'autres sources avait fait espérer qu'il serait possible d'alimenter Chatellerault avec les eaux dites " du Malgarou ". En effet, on y voyait sourdre en toute saison de nombreux filets d'eau entre la descente du Roc et la vallée dite de la Grande Eau. On construisit un petit réservoir et l'on installa une pompe ; l'eau vint en grande abondance. Devant ce succès, un deuxième réservoir fut installé sur la place des Platanes face à la prison mais, probablement en raison d'un mauvais niveau d'écoulement, le débit fut intermittent et l'on ne put satisfaire pleinement les aspirations des habitants de ce quartier .

Devant l'insuccès de ce nouvel essai, on entreprit alors le nettoyage de la Fontaine de Rouillac, des tuyaux d'arrivée et du réservoir au-dessus du parc de Charlet. On construisit à Coudanne un réservoir pour alimenter les bornes fontaines de la ville. Comme le montre la carte géologique, cette zone de terrains était susceptible de fournir de l'eau. Aujourd'hui encore, le promeneur observe en-dessous du château de Charlet, une petite source - en partie canalisée qui alimente une importante retenue d'eau, entourée de marronniers séculaires, où seuls viennent s'abreuver les troupeaux. Il est bien certain que ce mince filet d'eau, susceptible d'être tari par les chaleurs caniculaires, était insuffisant pour alimenter la Fontaine de Rouillac. Ce nouvel essai de captage ne pouvait à lui seul satisfaire les besoins quotidiens de la population.

La municipalité fit alors appel à deux ingénieurs, Messieurs Fortin et Herman, pour réaliser une nouvelle étude de distribution d'eau. Le projet des hommes de l'art, considéré comme trop coûteux aux yeux des édiles chatelleraudais, fut abandonné avant même d'avoir vu le jour.

La création du réseau ferroviaire par la compagnie Paris-Orléans nécessitait d'importantes quantités d'eau pour la traction à vapeur. La Société des Chemins de fer, envisageant d'utiliser l'eau de la Vienne en la recueillant dans des réservoirs, la municipalité signa un traité avec la Compagnie P.O. Cette dernière s'engageait à fournir à la ville une certaine quantité d'eau, " dont le prix d'unité allait décroissant à mesure que la quantité était plus forte " (31). La ville en compensation de ces avantages, fournissait " à ses frais le local pour établir la machine fixe et payait une certaine somme pour l'augmentation du diamètre du tuyau d'amenée à un réservoir projeté sur le point culminant du champ de foire " (31). Là encore, des raisons financières empêchèrent de donner suite à ce traité, qui aurait permis de doter tous les quartiers de Chatelleraut d'une eau sinon potable, du moins suffisante.

C'est sous le mandat de Mr. Rivière que devait enfin s'organiser la distribution et la répartition de l'eau dans les différents quartiers " Le faubourg Sainte Catherine fut le premier doté d'une quantité suffisante d'eau potable. A l'Ouest il y a la Vienne. A l'extrémité nord, la pompe publique de la cour Saint Blaise et de bons puits particuliers, au lieu dit " le bien nourri ". Il ne restait donc que l'est le sud et le centre du faubourg Sainte Catherine à pourvoir en eau potable " (31). Une étude de l'état géologique des terrains au pied du coteau du Malgaroux fut confiée au géologue poitevin Touzé de Longueumar et à l'ingénieur Cazavah. Elle montra la superposition de couches de sables en faveur de la potabilité de la source. Le projet, approuvé par le Conseil Municipal, fut mis à exécution en quelques mois.

On amena l'eau dans un réservoir provisoire et l'écoulement fut jugé satisfaisant. Une analyse effectuée donna les résultats suivants :

'' titre hydrométrique 34°, réduit par l'ébullition de moitié. Un litre contient 0,273 gr de carbonate de chaux (avec un peu de sulfate) et 0,080 de sels solubles '' (26).

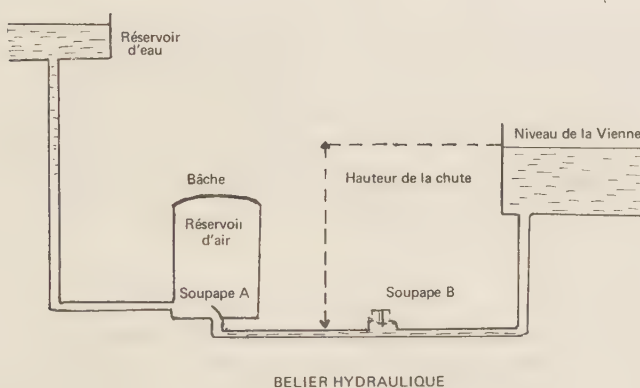
Le projet de captation consistait en '' une galerie semi-circulaire dont le mur d'amont est percé de barbacanes destinées au passage de l'eau. Cette eau recueillie sur un radier vient, par un pertuis placé au milieu se rendre dans un réservoir où, après un décantage que lui procure la différence de son niveau avec celui de l'aqueduc d'amenée elle s'écoule vers une chambre qui la répartit sur divers points '' . (30) Trois réservoirs étaient prévus : l'un sur la place des platanes en face de la prison, l'autre à l'hôpital en suivant une allée qui longe les bâtiments de la prison et le troisième au milieu du faubourg Sainte Catherine. Jusqu'alors, l'hôpital et la prison n'avaient à leur disposition que de mauvais puits dont l'eau '' altérait la santé des malades et des prisonniers par son insalubrité. '' Un chroniqueur relate '' on hésiterait à donner les résultats de l'analyse chimique qui en a été faite tellement elle est mauvaise''

Les eaux du Malgaroux fournissaient plus de 50 m³/24h en toutes saisons et leur qualité était excellente : '' l'analyse qui en a été faite par les chimistes les plus distingués la représente comme une des plus salubres, distillée à travers les sables verts, elle est d'une irréprochable pureté. Elle reçoit dans son passage sous un aqueduc de 1 m 30 de hauteur une aération utile pour aider à la digestion des aliments. Elle dissout le savon et fait bien cuire les légumes ''.(31) Mais le débit du Malgaroux devait s'avérer insuffisant et jusqu'en 1863 l'hôpital dut utiliser l'eau d'un mauvais puits et celle de la Vienne que l'on amenait par un manège.

La municipalité chercha aussi à procurer au reste de la ville l'eau qui lui était nécessaire en mettant à contribution la machine à vapeur de la gare. Un historien relate '' qu'on remplit le réservoir de Rouillac à Coudanne car le tuyau qui devait amener cette eau en ville avait un point de croisement avec le tuyau conduisant les eaux de la Vienne au réservoir de la gare ''.(31). Ainsi, la municipalité pouvait écrire '' Provisoirement, tous les quartiers de la ville ont pu se procurer l'eau nécessaire à leurs ménages et peuvent attendre avec patience l'installation d'un régime plus complet ''.

Cet équipement plus approprié allait se réaliser à partir de 1863, lorsqu'on refit l'étude d'un projet de prise d'eau en amont du grand barrage de la manufacture d'armes - projet qui avait été autrefois abandonné en raison d'un refus de l'administration. Le 18 Avril 1865, un décret impérial donnait l'autorisation désirée. La prise d'eau

était réalisée à 200 m en amont du barrage. " Une coupure à la rive droite de la Vienne permet à l'eau de la rivière de pénétrer dans un aqueduc décrivant d'abord une courbe pour aller ensuite en ligne droite se loger dans une chambre, où s'embouchent les quatre tuyaux de batteries destinés à mettre des béliers hydrauliques en mouvement." (31) Le projet, à défaut de machine à vapeur, utilisait des béliers hydrauliques, installés par Mr. Bollé du Mans pour permettre de surélever l'eau pompée dans la Vienne jusqu'au réservoir du champ de foire, à raison de 24 litres par seconde soit 2.000 m³ par jour. Dans le bélier, l'eau s'écoulant du réservoir de droite, s'échappait d'abord dans la soupape B. La vitesse d'écoulement augmentait, cette soupape qui s'ouvrait par son propre poids de haut en bas, se fermait et, la force acquise par le courant, faisant coup de bélier, ouvrait la soupape A du réservoir d'air. Bientôt l'air confiné dans ce dernier refermait la soupape A, et refoulait l'eau vers le réservoir supérieur. L'écoulement reprenait alors par la soupape B, et le cycle se reproduisait.



Tel est le principe du bélier hydraulique utilisé pour prélever l'eau de la Vienne. Ils fonctionnaient au nombre de quatre, nuit et jour, élevant l'eau à 19 m au-dessus de l'arête du barrage au sommet d'une tour où se trouvait une bâche ; elle était ensuite versée dans un tuyau qui la conduisait au grand réservoir du champ de foire. La chute calculée est de 2 m 70 en déduisant 20 cm de perte de charge, il reste disponible une chute effective de 2,50 m ; d'autre part, la partie qui n'est pas élevée s'échappe par un canal de fuite, en aval du barrage de la manufacture d'armes.

"Le réservoir est divisé en 5 voûtes contenant ensemble 2.300 m³ d'eau, l'eau arrive dans une bache située au fond de la tour qui s'élève au-dessus des voûtes." (31) Cette tour était décrite comme l'ornement principal du château d'eau. " Elle est établie dans l'axe de la grande promenade, le château d'eau est recouvert d'une terrasse d'où la vue embrasse la ville et les coteaux qui l'entourent, la rivière et ce qui reste de la forêt de Châtellerauld, On accède à la terrasse par deux pentes dont les rampes en pierre de taille sont crénelées. La façade est ornée de vasques d'où l'eau s'échappe en cascades". C'est au-dessus de cette vasque que le promeneur peut encore lire l'inscription : " En l'année 1868, sous le règne de Napoléon III, empereur des français, Alexandre Rivière, chevalier de la légion d'honneur et maire de Châtellerauld, a fait installer au vu des délibérations du conseil municipal cette distribution d'eau dont les travaux ont été exécutés par Mrs Coudère, Prévignault, Sichère et Bollée sous la direction de Mr. Carmejeaune, architecte de la ville ".

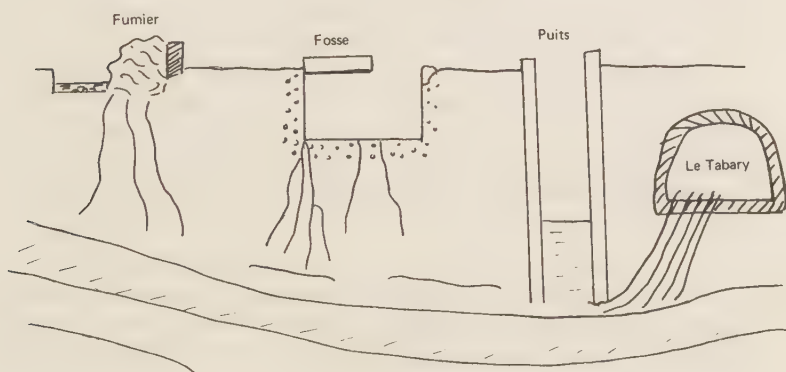
Des vannes permettaient d'amener l'eau soit dans le grand réservoir, soit dans les tuyaux d'alimentation de la ville ou dans l'aqueduc de trop plein. La canalisation comprenait toute la ville et les faubourgs de Saint Jacques et Châteauneuf, ainsi que plus de 30 bornes fontaines, soit environ 13 km de développement. " Une distribution d'eau était prévue pour le faubourg Sainte Catherine, permettant arrosage et lutte contre l'incendie. " Les bouches d'eau fonctionnaient matin et soir, répandant partout, pendant l'été, une fraîcheur salubre et entretenaient la propreté des rues et des places en contribuant à maintenir la santé publique ".

Devant le succès remporté par ces installations, de nombreux particuliers et des industriels demandèrent des concessions. " On pourvoit à tous les besoins de l'intérieur pour le ménage et le blanchissage sans aucun déplacement ", relate un chroniqueur de l'époque.

L'augmentation de la consommation allait nécessiter de puiser une quantité d'eau supérieure dans la Vienne. Le décret du 28 Septembre 1871 autorisait de prélever 16 litres, celui du 28 Mars 1878 accordait à la ville de Châtellerauld de prendre 36 litres seconde.

Par contre, que penser de la qualité de cette eau ? Elle ne subissait aucune filtration, réservait parfois des surprises aux consommateurs ; il arrivait que des algues, graviers, coquillages voire même des vers ou des petits poissons parviennent directement sur la table de l'utilisateur. Une anecdote raconte qu'un châtelleraudais privé subitement d'eau, découvrit une anguille qui s'était glissée dans son comp-
teur

Quant à l'eau des puits superficiels, tels qu'en possédaient beaucoup de chatelleraudais, sa valeur en tant qu'eau de boisson était encore plus contestable. En 1847, le Docteur Giraudet écrivait " Il est bon d'insister sur le danger que fait courir l'eau des puits à la santé publique, et sur les causes qui la rendent si gravement insalubre". Ces causes sont, en effet, multiples : fosses d'aisance mal cimentées, égoûts présentant des fissures, infiltrations du Tabary, etc ... car " le sol d'une ville n'est, dans sa couche superficielle, qu'un aggloméré d'ordures. Les pluies qui tombent et s'infiltrent lentement à travers cette couche détritique, amollissent, dissolvent et entraînent avec elles tout ce qu'elles peuvent de ce milieu pollué". (29)



Creusés dans la zone crayeuse d'un sol formé de sables, de marnes, de grès verts et de calcaire jurassique, ces puits présentent toujours à l'analyse chimique un degré hydrotimétrique élevé. D'après Touzé de Longuemar, " ces eaux présentent de 50 à 150° hydrotimétriques, à peine réductibles du quart au dixième par l'ébullition, ce qui annonce la présence d'une quantité notable de chlorures et de sulfates". Toujours d'après de Longuemar, 1 litre du puits de Mr. Orillard, vétérinaire, aurait donné : " 0,575 gr de matières étrangères savoir : 0,170 gr de carbonate de chaux, 0,252 gr de sulfate de chaux, 0,153 gr de chlorure de magnésium et 12 cm³ d'acide organique." Le puits de Mr. Mirmont, pharmacien, fournissait une eau guère meilleure puisqu'elle donnait : " 1,375 gr de résidu avec 0,175 gr de carbonate de chaux, 0,200 gr de sulfate de chaux, 0,757 gr de chlorure de calcium, 0,243 gr de chlorure de magnésium et 5 cm³ d'acide carbonique. On y trouvait 150° hydrotimétriques, réduits à 135° par ébullition". (26) Ces deux exemples mettent en évidence les qualités chimiques défectueuses des

puits. Malgré cela, un certain nombre de puits restèrent longtemps utilisés surtout à la périphérie de la ville.

Plus tard, on substitua aux béliers hydrauliques un moteur actionnant une pompe pour remonter l'eau de la Vienne au château d'eau. Le débit était de 80 m³/h ; il suffisait à alimenter les 29 km d'adduction et les 59 fontaines publiques de la ville.

Au cours de la séance du 25 Mai 1881, le Conseil Municipal, présidé par Mr. Godard, maire, chargeait la Société Lyonnaise des eaux et de l'éclairage de l'exploitation du réseau hydrique de la ville et lui remettait l'ensemble des installations existantes, pour une durée de 50 ans à compter du 1er Juillet 1881. Dans le traité signé le 3 Juin 1881, on relève que la Société était autorisée à utiliser les eaux du Malgaroux et de la fontaine de Rouillac. Par contre, les sources de la place Notre Dame, du quai de Chateauneuf, de l'abattoir, n'étaient pas comprises dans la cession.

En compensation, la Société Lyonnaise s'engageait à livrer une quantité gratuite d'eau pour les services public et municipaux. Nous citons, à titre d'anecdote, quelques chiffres qui soulignent à l'évidence l'augmentation des besoins en eau de la population en moins d'un siècle.

" - 5 m³ pour une borne fontaine

- 5 litres par enfant pour les écoles et les asiles, 10 litres par enfant en internat, et 30 litres pour les grandes personnes "

A l'Hospice, la faveur des édiles allait aux malades puisqu'ils avaient droit à 300 litres par lit, alors que les religieuses, les infirmières ou les employés ne bénéficiaient que de 100 litres ; le jardinier devait se contenter de 2 litres par m² de jardin

Cette cession , critiquée dans l'avenir, puisqu'elle privait la ville d'une importante source de revenus, devait être à l'origine de nombreux conflits. Le traité d'exploitation exclusif, modifié par les avenants de Juillet 1885 et d'Avril 1898, ne donnait pas entière satisfaction : en effet, la Société Lyonnaise continuait à livrer à la population une eau ni purifiée ni même filtrée.

Au début du mandat du docteur Dérrouau, on devait demander à la Société d'étudier un procédé de stérilisation de l'eau distribuée. On préconisa tout d'abord un système de préfiltration et de stérilisation au moyen des U.V. - procédé Puech Chabal - A ce système,

on préféra le procédé de stérilisation à l'ozone qui équipait déjà à Saint Maur une usine de stérilisation débitant 96.000 m³ par jour. Dès Août 1912, un mémoire descriptif d'installation d'une usine était présenté aux édiles chatelleraudais. Il était prévu :

- " un nettoyage et une filtration des eaux.
- " un décanteur
- " un dégrossisseur
- " deux préfiltres de 60 m² de surface
- " 3 filtres clarificateurs donnant ensemble une surface de 207 m² (3)"

La station de stérilisation devait comprendre " deux générateurs d'ozone à 10 éléments, un émulseur en grès pouvant débiter 125 m³ d'eau à l'heure sous une charge de 4 m ; une colonne de self contact ; deux colonnes en grès de chlorure de calcium pour dés-sécher l'air atmosphérique " (3).

Comme la Société Lyonnaise n'envisageait pas d'améliorations rapides, la ville, au cours d'une séance extraordinaire du Conseil Municipal en date du 21 Avril 1913, demandait la reprise de la concession, tout en s'engageant à verser une indemnité de 220.000 francs à la Société Lyonnaise.

Le 12 Novembre 1913, était signée la convention qui autorisait la Compagnie générale de l'Ozone à construire une installation capable de traiter 3.000 m³ d'eau par 24 heures. Dans sa convention du 12-XI-1913, la compagnie de l'Ozone garantissait, sans limitation de durée :

- " a) que l'eau épurée sera toujours limpide
- " b) que les propriétés organoleptiques de l'eau et les propriétés physiques, couleur, transparence, ne seront qu'améliorées
- " c) que l'eau épurée sera, d'une manière continue, exempte de germes pathogènes
- " d) que l'eau épurée ne renfermera pas de colibacilles
- " e) que l'eau épurée ne devra pas contenir plus de dix germes indifférents par centimètre cube exception faite pour les germes sporulés inoffensifs, genre subtilis.

Les analyses bactériologiques seront faites sur l'eau prélevée à la sortie des appareils d'ozonisation.

Les méthodes employées seront celles du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, actuellement en vigueur.

La recherche du Colibacille sera faite sur un volume d'eau maximum de 100 cc. " (2).

L'eau épurée après action de l'ozone devait être envoyée dans " un réservoir de 1.000 m³ divisé en deux compartiments de manière qu'en cas de réparations à l'un d'entre eux, le service ne soit pas interrompu". Prévu au point dit " Le Roc " à la cote 89, il serait construit en ciment armé, en partie dans le sol, recouvert d'une couche de terre de 0.30 m avec talus sur le pourtour et cheminée d'aération ." (3) Une conduite de refoulement était aussi prévue pour relier l'ancien château d'eau du champ de foire au nouveau réservoir. D'un diamètre de 300 m/m elle devait suivre l'itinéraire : promenade Blossac, Bd Félix Faure, Chemin du Châtelier aux Gâts

Il semblait que la Municipalité Déroutaux allait réussir à fournir une eau bactériologique pure à tous les habitants, 20 ans après leur avoir distribué en quantité suffisante l'eau de la Vienne, réalisant la parole de Métadier : " Quand les municipalités ont à grand frais, résolu le problème de l'adduction qui semblait, il y a 40 ans, la solution parfaite et définitive de la question de l'eau, celui de la purification de cette eau, devenue douteuse depuis la naissance de la bactériologie, se pose alors redoutable et impérieux. Les études succèdent aux études, les projets chassent les projets et souvent l'un d'eux près d'être adopté, doit être subitement abandonné, sur la révélation d'un procédé nouveau qui s'annonce comme idéal à tous points de vue et qu'on rejettera peut être à son tour pour être remplacé par une plus récente découverte ". (29)

Mais de nouvelles difficultés financières engendrées par la guerre, obligèrent à sursoir à la réalisation de ce projet. Les chatelleraudais continuaient à utiliser une eau souvent polluée et les risques d'épidémie devenaient un objet d'inquiétude pour les spécialistes et les municipalités. C'est ainsi qu'on relève dans un rapport sur les travaux d'hygiène et d'assainissement, les soucis du maire, Mr. Roy : " La ville de Chatelleraut est actuellement alimentée en eau par la Vienne brute. La prise d'eau, en amont de la Manufacture et du confluent de la rivière Envigne, est située à 100 m en amont du barrage de la Manufacture. En amont, existe quelques habitations particulières dont les eaux usées ne sont pas déversées dans la Vienne et à 600 m une beurrerie dont les eaux usées sont déversées au milieu de la rivière. La prise d'eau est constituée par un canal terminé par une simple grille, destinée à arrêter les corps étrangers volumineux, peu nombreux d'ailleurs, en raison de la vitesse rapide du courant provoqué par la proximité du déversoir.

L'eau est refoulée à l'aide de béliers, et de machines à vapeur dans un réservoir de 2000 m³ de capacité.

Les eaux distribuées ne sont guère propres à la consommation. Elles sont souvent jaunâtres et chargées de matières en suspension. Au point de vue bactériologique, elles doivent être considérées comme toujours suspectes et souvent dangereuses et, de fait,

on observe à toute époque des cas de typhoïde à Chatellerault.

De plus, la faible altitude du château d'eau actuel fait que l'eau n'arrive pas dans plusieurs quartiers de la ville, et, notamment, dans le quartier Est, dont l'altitude moyenne est supérieure à celle du réservoir et que même dans les quartiers bas, l'eau ne peut être distribuée qu'aux rez-de-chaussée. Il en résulte qu'un grand nombre d'habitants n'ont d'autres ressources pour s'alimenter que de puiser l'eau dans les puits plus ou moins pollués par les déjections du voisinage (il a été reconnu que de nombreux cas de typhoïdes ont été causés par ces puits) et que ceux plus favorisés, peuvent puiser de l'eau au rez de chaussée de leur habitation, n'ont en somme à leur disposition qu'une eau toujours suspecte et qui peut devenir dange-reuse " (3).

Pour remédier à ces difficultés, on projetait de construire le réservoir sur le point le plus élevé, au lieu-dit " le Châtelier ". Ce réservoir serait relié avec le chateau d'eau existant. L'ensemble des deux réservoirs emmagasinerait 3000 m3 d'eau correspondant à la consommation d'une journée.

Malgré ces risques et ces carences, il fallut attendre 1919 pour que de nouveaux pourparlers s'engagent. Tous souhaitaient pouvoir utiliser de l'eau purifiée, mais d'aucuns éprouvaient une certaine appréhension à voir augmenter le prix de ce précieux liquide. On avançait le prix de 0,80 francs le m3. Ces considérations financières échauffaient les esprits, témoin cette remarque d'un conseiller : " A l'heure présente, la ville est alimentée par des bornes fontaines à gros débit, placées au nombre de 59 dans les différents quartiers de la ville où les habitants non abonnés viennent puiser les eaux nécessaires au besoin du ménage. Cela est supportable lorsqu'il s'agit d'une eau brute, mais lorsqu'il s'agit d'une eau épurée qui coûte pour son traitement, ce n'est plus possible ..." (3). La municipalité se trouva dans la nécessité de " réduire le nombre de bornes fontaines tout en modifiant le débit " ... dans le sens de la restriction.

De telles contestations ne faisaient que retarder une solution qui s'avérait urgente. Devant la progression des épidémies typhiques, le sous-préfet avait dû rappeler à l'autorité compétente les conditions de salubrité précaire de la ville :

" La population de cette ville n'a, pour son alimentation, que l'eau de la Vienne, distribuée sans filtration, telle qu'elle est prise dans la rivière ; il n'existe pas en effet de source dans la région, et la plupart des puits sont vraisemblablement contaminés, étant donné que les fosses d'aisance ne sont pas étanches et qu'il existe partout dans la ville de nombreux puits perdus. Le sous-sol est donc très infecté et la nappe d'eau souterraine constamment polluée " (3).

Le Préfet lui-même avait adressé, en Janvier 1921, une lettre au Ministère de l'Intérieur pour dénoncer les dangers encourus par les populations :

" A maintes reprises la Commission sanitaire, de l'Administration préfectorale a demandé avec insistance que la ville étudia un moyen d'épuration.

Le 6 Mai 1909, la Commission Sanitaire, à la suite d'une analyse des eaux de la Vienne a émis le voeu qu'une amélioration fût apportée à un état de choses regrettable.

Le 20 Novembre 1909, elle a renouvelé ce voeu après avoir reçu une communication des résultats d'une analyse bactériologique de l'eau de la Vienne faite par le Laboratoire militaire de Rennes, révélant du bacille coli abondant associé au streptocoque ". Le service des eaux est actuellement insuffisant et une réorganisation s'impose car le château d'eau ne peut desservir tous les quartiers de la ville et quelques faubourgs n'ayant à leur disposition que des puits sont des foyers de typhoïdes " (3).

Ce n'est qu'en Février 1925 que la première installation fut terminée : elle permettait de traiter un volume d'eau important (100 m³/H) avec flocculation par injection de sulfate d'alumine puis ensuite décantation statique, filtration et stérilisation avec de l'air ozoné. Ce débit de 100 m³/heure peut paraître à nos contemporains ridiculement faible, en comparaison des besoins actuels, engendrés par l'élévation du niveau de vie. Mais il ne faut pas oublier qu'en 1925, six chatelleraudais privilégiés possédaient une baignoire en zinc et que beaucoup d'habitants n'avaient pour toute eau courante que celle dispensée gracieusement par les bornes fontaines.

Cette première installation devenant rapidement insuffisante, une nouvelle usine d'un débit de 200 m³ fut mise en service en 1952, le traitement s'effectuant sur les mêmes principes.

Le débit de 300 m³ obtenu devait s'avérer à son tour inadapté et, en 1965, une nouvelle tranche d'un débit de 400 m³ était mise en service ce qui portait à 700 m³ le débit total des installations.

Tel est le rappel succinct des problèmes posés par l'alimentation en eau de la ville de Chatellerault. Avant d'aborder la description de la station d'épuration, nous ferons un bref rappel de géologie et d'hydrographie.

HYDROGRAPHIE

La Vienne fait partie du bassin de la Loire, l'un des fleuves qui possèdent le bassin le plus étendu et le plus irrégulier et dont " les têtes de sources s'enfoncent presque toutes au coeur du massif hercynien le plus élevé ". (27)

La Vienne, tour à tour limousine, poitevine puis tourangelles dans son cours inférieur, draine 2.146.730 hectares soit environ le 25ème de la France.

D'abord limousine, elle prend naissance sur le plateau de Millevaches au lieu-dit " le grand Billoux " à 978 m d'altitude. A peu de distance de là, le Cher, la Corrèze, la Vézère et la Creuse voient également le jour sur ce plateau des Monédières véritable château d'eau de la France.

A sa naissance, la Vienne n'est " qu'un ruisseau endormi entre des croupes aplaties, reliques sans doute de l'antique pénéplaine aux dépens de laquelle s'est formée la Montagne ". (19)

Sa pente insignifiante est de l'ordre de 1/1000. Puis survient une série de ruptures qui donnent vie à la rivière. La première à 740 m d'altitude, fait descendre les eaux de 50 m en 800 m; la seconde a lieu à 650 m ; ensuite vers Nèdes de nouvelles ruptures rendent le cours tumultueux ainsi qu'à Eymoutiers qui n'est plus qu'à 450 m d'altitude. La pente s'accroît et c'est un torrent qui se précipite jusqu'au confluent de la Maulde - en 15 km elle descend de 185 m - Elle arrive alors dans l'étendue des plateaux limougeaux aux environs de 300 m d'altitude. Définitivement assagie, elle coule dans une vallée large aux versants peu accentués.

C'est alors que se produit un changement complet dans la direction du cours de la rivière qui va résolument se diriger vers le nord au lieu de couler d'Est en Ouest. Ce détournement subit à partir d'Exideuil, constitue une anomalie qui intrigue encore géographes

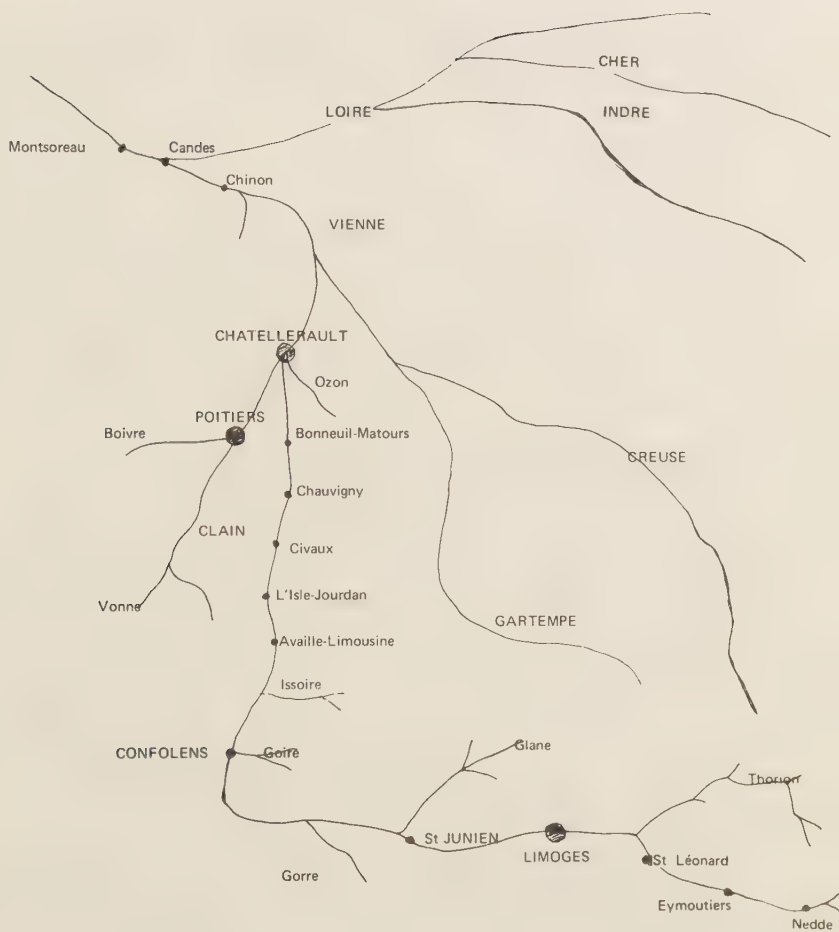
et géologues. Plusieurs explications en ont été données. La Charente supérieure n'étant distante que de 4 km de la Vienne dont elle semble prolonger le cours, " on a pensé que la Vienne coulait jadis vers l'Ouest en direction de la Charente et qu'elle aurait été capturée par la Vienne inférieure. Toutefois, il n'y a pas de traces topographiques de la capture : ni vallée abandonnée, ni travées d'alluvion, le plateau s'étend absolument continu d'Est en Ouest ". (19)

Pour Baulig, " la déviation a été liée à la régression de la mer des faluns qui atteignait sans doute Chatellerault à l'époque tertiaire". En se retirant, cette mer des faluns a laissé des plaques de coquilles calcaires : les faluns. La Loire et ses affluents Cher, Indre, Vienne, se sont allongés à la poursuite du rivage en approfondissant les vallées ce qui explique la difficulté de la Vienne pour confluer avec la Loire, comme le montre le profil comparé de la Vienne et de la Loire.

Après avoir arrosé successivement Eymoutiers, Saint Léonard, Limoges, Saint Junien et Confolens pendant son court trajet dans le département de la Charente, la rivière abandonne alors définitivement le Limousin et pénètre dans le département de la Vienne à une altitude avoisinant 125 m. Sa pente qui était de 15 m va s'adoucir régulièrement jusqu'à 8 m à Chatellerault, Le Poitou présente en effet, un relief peu accentué, les points culminants n'atteignent nulle part 300 m.

L'ensemble est formé de vastes plateaux aux inflexions molles dans un cadre de collines aux formes également adoucies.

Avec le Clain, la Gartempe et L'Anglin, la Vienne dessine un éventail qui permet au géologue de déceler le passage des terrains cristallins aux terrains tertiaires. Elle coule dans un profond sillon creusé dans les roches cristallines. Ce sont alors des défilés et des méandres encaissés dans des berges granitiques. Elle passe à Availles-Limousine, l'antique " Avalia ", à l'Isle Jourdain où trois barrages la retiennent un instant prisonnière. A partir de Lussac, la Vienne oublie son origine limousine et acquiert un calme et une sérénité toute poitevine. Elle s'élargit en échappant au calcaire jurassique et pénètre dans le Crétacé, " formé d'alternatives de sables et de marnes sans résistance". Tel est son aspect à Chauvigny, centre industriel et petite ville active et touristique, La rivière prend ses aises au milieu d'une véritable plaine alluviale, dominée par des coteaux de craie blanche. Plus imposante que jamais, elle passe alors à Cenon " atelier monétaire mérovingien " où se trouvent d'importantes coutelleries. Elle y reçoit le Clain, qui vient d'arroser Poitiers. " Le confluent de ces deux rivières assez importantes est tout de placidité. Les eaux se mélangent sans remous ; on dirait deux vieux amis, deux compagnons



qui se retrouvent sans étonnement. Même lorsque les eaux sont hautes et que le soleil léger du premier printemps éclaire ce calme miroir et joue dans les pousses des longs peupliers, il émane de la terre grasse et de l'eau hyaline, une émotion qui fait comprendre Joachim du Bellay " (21) Après avoir conflué avec le Clain à une altitude de 45 m, la Vienne reçoit également l'Auzon et l'Envigne et devient chatelleraudaise en frappant les piles du pont Henry IV.

Tel est donc le profil brièvement esquissé de la Vienne. Envisageons successivement l'influence du climat, du relief et du ruissellement, facteurs hydrographiques dont dépend le régime d'une rivière.

Influence du relief :

" On sait que la température va en décroissant au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Il fait plus froid dans la montagne que dans la plaine. L'air chargé d'humidité qui vient de la mer et monte au flanc de la montagne se refroidit ; de plus, en s'élevant, l'air se dilate et l'abaissement de température en est accru ; il en résulte une condensation de la vapeur d'eau sous forme de pluie ou de neige ". (18)

Le relief intervient donc comme facteur important pour régler la hauteur des précipitations atmosphériques.

L'orientation de la zone de relief joue aussi un rôle essentiel. Le versant tourné vers la mer reçoit plus d'eau que l'autre parce qu'il est frappé directement par l'air humide venant de l'océan. C'est ainsi que le Limousin exposé vers l'ouest, reçoit en abondance les nuages venant de l'ouest. On peut dire que : " le régime de la Vienne s'explique facilement par son origine limousine qui la marque tout au long de son cours ". (19)

Le Limousin directement exposé aux vents océaniques est très pluvieux et neigeux. " Les arènes accumulées dans les larges vallonnements du plateau de Millevaches sont des éponges suintant en toutes saisons. Aussi les débits sont-ils importants ". (27)

La Vienne à Limoges atteint près de 50 m³ soit 22 litres au km² et 64 % des précipitations. Il en résulte que " cette abondante alimentation permet aux rivières limousines de traverser ensuite un peu en étrangère les plaines où l'écoulement local est très faible ". (19) Le Limousin subit une forte pluviosité océanique. " Presque partout il reçoit 1.000 mm d'eau. La moyenne s'établit à 957 mm pour le département de la Haute Vienne, à 914 pour celui de la Creuse et à 1.022 pour la Corrèze. Les pluies sont également réparties entre tous les mois de l'année. Il n'y a pas de période de sécheresse estivale ; on

admet que les précipitations tombant sur le haut limousin sont égales à celle du Jura soit de 1.200 à 1.500 mm et l'on a pu dire que le Limousin est un des châteaux d'eau de la France centrale. On a d'ailleurs voulu expliquer l'origine du mot " limousin " par la racine lem ou lim indiquant un pays d'humidité forte et de marécages, en latin limus - boue - limosus - marécageux. " (19)

Lorsque les pluies se prolongent plusieurs jours, le volume de la Vienne et de ses affluents - Clain - devient imposant. Comme il n'y a pas de grands reliefs ou de vallées encaissées pour endiguer les eaux, on observe un étalement sur de vastes surfaces. Il suffit de se rappeler le lit démesurément élargi de la Vienne à Chauvigny ou du Clain entre Poitiers et Cenon au cours de l'année 1962. A titre indicatif, nous mentionnons les hauteurs maximales atteintes par les crues au cours des siècles, telles qu'elles sont indiquées au pied des arches du pont Henry IV, à Chatellerault.

6,77 m	1698
6,40 m	31 Mars 1913
6,25 m	14 Janvier 1962
6,02 m	17 Novembre 1840
5,60 m	30 Octobre 1896

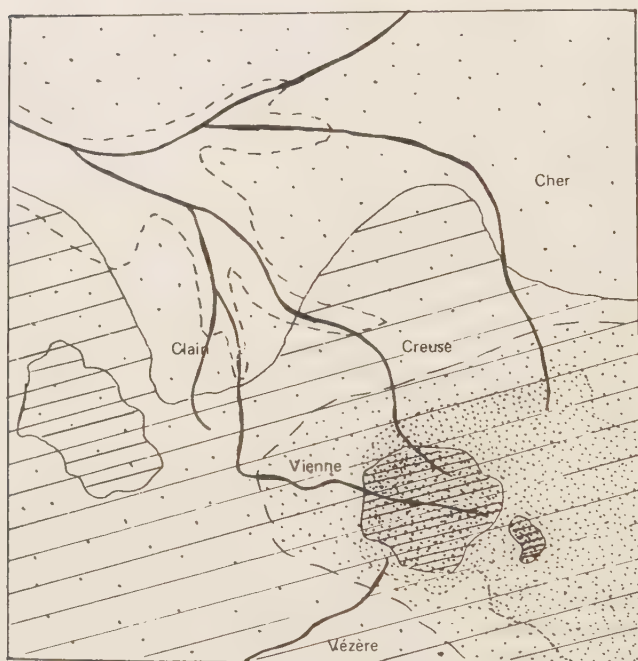
Ces quelques chiffres montrent bien que les crues ont lieu à la fonte des neiges du Limousin : Janvier, Février, Mars , ainsi qu'en automne, à l'époque où la pluviosité est la plus importante. Ceci correspond bien avec le schéma indiquant le régime de la Vienne. En résumé " Les eaux de la Vienne s'élèvent et s'abaissent par saccades, et généralement entre le mois de Novembre et le mois de Mai, et se maintiennent au voisinage de l'étiage pendant le reste de l'année, sauf pendant les années exceptionnelles sèches ou pluvieuses. Le volume débité par la Vienne au-dessous du pont de Chatellerault est de 6 m³/secondes dans les basses eaux, de 60 m³ dans les eaux moyennes et jusqu'à 1.200 dans les grandes crues ". (26)

Au point de vue des crues de la Loire, il en résulte qu'elles sont " pour une bonne part le fait des rivières Limousines : ce sont elles qui mettent en marche les crues d'hiver, comme le montrent les courbes du régime de la Loire avant et après le confluent de la Vienne : on constate, en effet, une nette augmentation à Saumur pour les mois de Février et Mars par rapport à Tours.

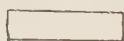
A la période des inondations, la Loire et la Vienne se confondent en une nappe d'eau imposante. Au cours des crues de la Loire le fleuve refoule le flot de la Vienne qui a une pente plus faible, comme le montrent les deux profils. La Vienne est ainsi refoulée jusqu'à Chinon et L'Indre jusqu'à Azay-le-Rideau.

CARTE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES ET DES TEMPERATURES MOYENNES ET ANNUELLES

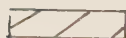
LOIRE



Précipitations annuelles



de 600 à 700 mm



de 700 à 800 mm

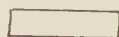


plus de 800 mm



plus de 1.200 mm

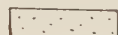
Températures moyennes annuelles



11° à 12°



9° à 11°



8° à 9°

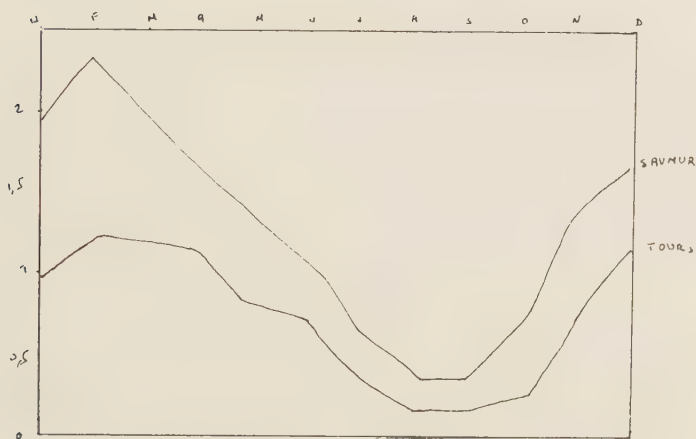


inférieures



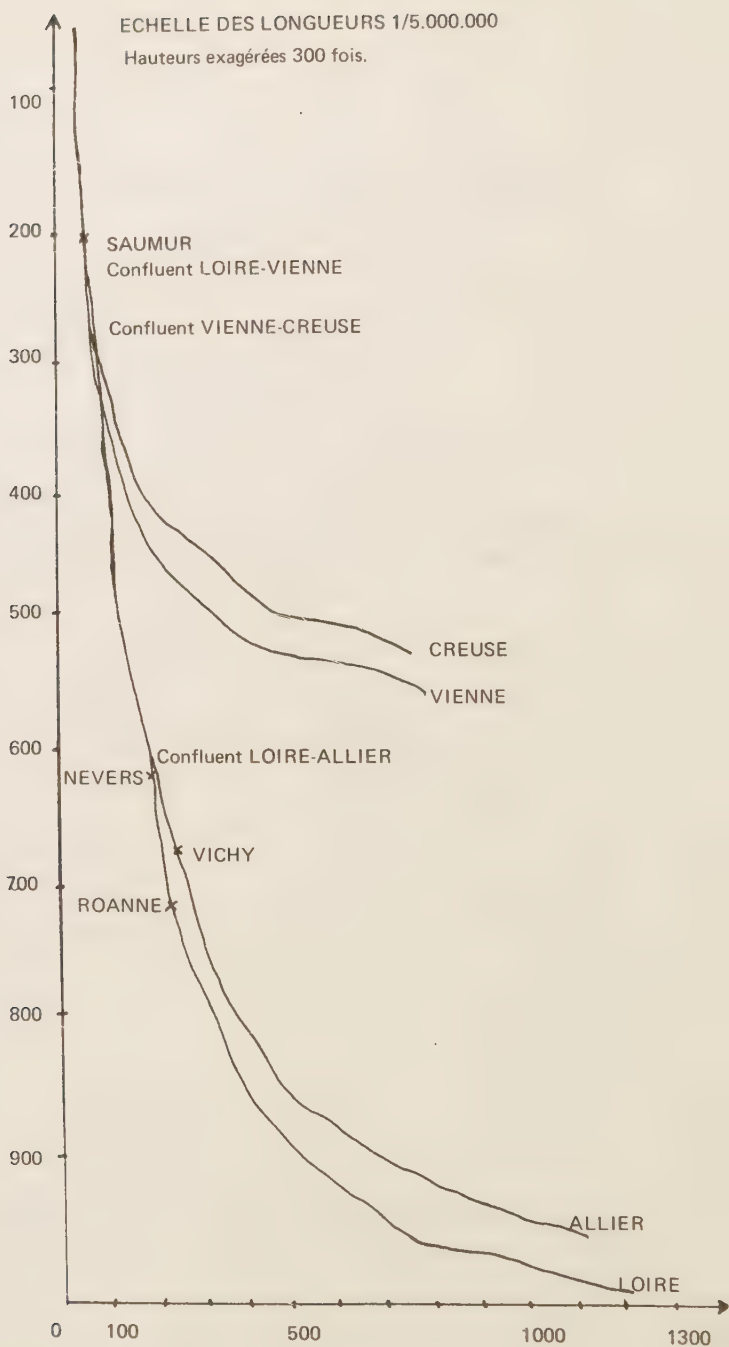
Régime de la Vienne à CHATELLERAULT (26)

hauteur moyenne en m au dessus de l'étiage d'après Gallouédec



Régime de la Loire à Tours et à Saumur (26)

avant et après son confluent avec la Vienne



PROFIL DE LA LOIRE ET DE LA VIENNE (26)

Ruissellement :

Malgré les nombreuses précipitations reçues, le débit de la rivière dépend aussi de la pente du sol, " car, pour deux terrains d'égale perméabilité, le ruissellement est d'autant plus important que la pente du sol est plus forte." (18) En effet, sur les versants abrupts, l'eau n'a pas le temps de s'infiltrer dans le sol et ruisselle. Or, " les pentes des talwegs de la Vienne sont, sur 1/3 de leur parcours, comparables par leur inclinaison et leur irrégularité à celles des rivières préalpines " (19). Le relief assure donc un ruissellement rapide qui réduit presque jusqu'à la supprimer l'influence de la perméabilité. D'autre part, l'eau qui s'écoule subit en général le long de son trajet une évaporation que l'on ne doit pas négliger dans l'appréciation du débit. Or dans sa partie montagnarde, la Vienne subit une évaporation très réduite en raison des faibles températures - baisse de l'ordre de 1 ° pour 200 m d'altitude. Cette baisse de température a pour conséquence la persistance sur le sol, pendant plusieurs mois, des précipitations tombant sous forme de neige. " Cette réserve plus sûre que celle des nappes souterraines dans ces montagnes hercyniennes est lancée en quelques semaines dans la circulation, échappant ainsi presque entièrement à l'évaporation." (27)

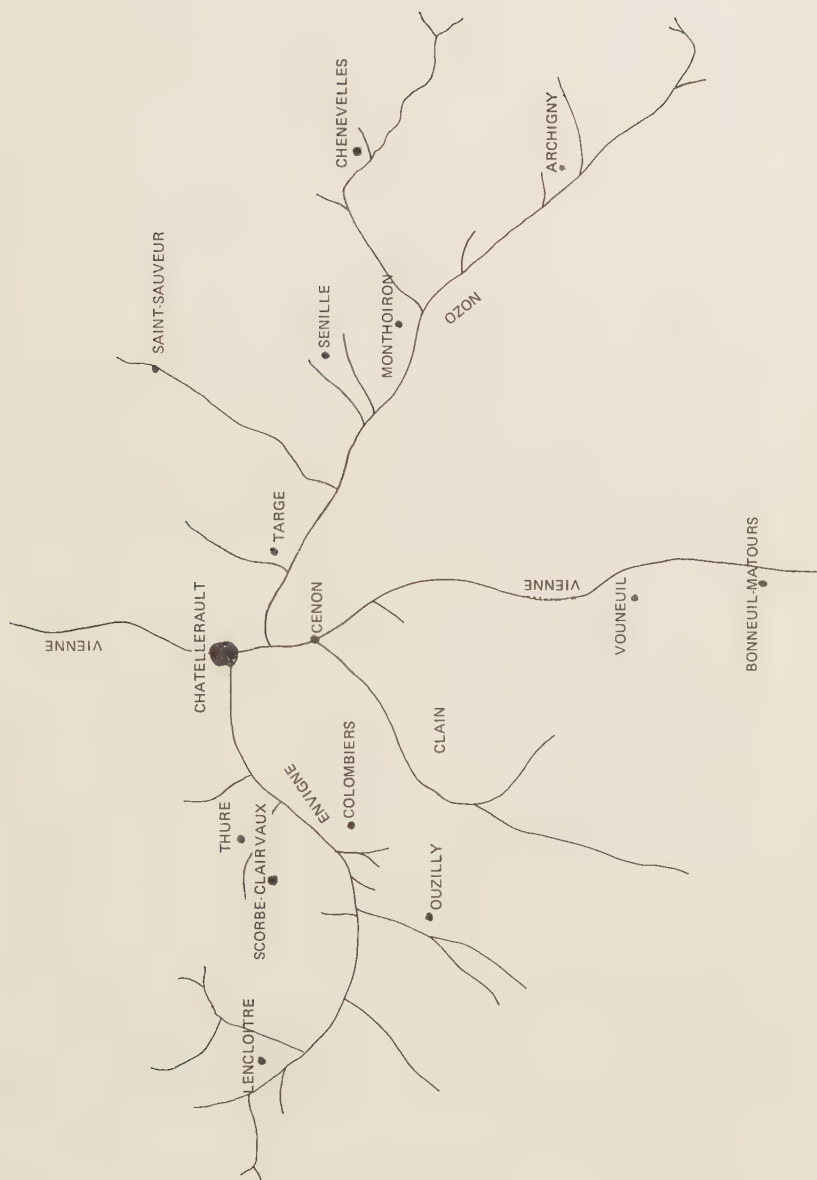
Suivant la durée de l'enneigement, on peut parler de régime nivo-pluvial ou pluvio-nival". Dans les deux cas, la courbe des coefficients mensuels de débit se distingue de celle du régime pluvial par deux maxima et deux minima : ceux-ci sont dus, l'un, à l'évaporation estivale dont l'effet est retardé et limité, et l'autre à la rétention nivale de l'hiver". (27) Les maxima correspondent, d'une part, en automne, à une diminution de l'évaporation due à la baisse de température et, d'autre part, au printemps à la rapide fonte des neiges. Cette rétention nivale est un élément de stabilité et assure toujours une bonne alimentation au printemps.

Si l'on considère la quantité totale de pluie tombée sur le bassin - soit H - et le débit réel annuel de la rivière - soit D - on peut en déduire le coefficient d'écoulement ou coefficient de ruissellement, qui est le rapport D/H . Ces données nous permettent de classer la Vienne dans la province hydrologique montagnarde. L'écoulement reste important grâce aux fortes précipitations et à une température relativement basse, comme l'a mis en évidence la carte des précipitations et des températures. Ces facteurs joints à une pente accentuée, permettent une meilleure économie des ressources hydriques. Même lorsque cette pente diminue, les pertes restent minimes. En effet, les pertes par infiltration et évaporation dans les vallées alluviales de plus en plus larges, sont d'autant moins marquées que le flot du cours supérieur est lancé plus longtemps sur les fortes pentes du socle cristallin, ce qui est le cas pour la Vienne.

On peut conclure de cette étude sommaire de l'hydrographie de la Vienne, qu'en raison de son origine montagnarde, elle jouit d'un débit abondant, dû à une forte pluviiosité, à un enneigement important et à des pertes par évaporation et infiltration très réduites.

Son régime reste donc assez régulier, sauf pendant les mois d'été. Juin, Juillet, Août, constituent la période d'étiage, alors que ce sont les mois où la consommation en eau est la plus importante : augmentation de la population (vacanciers, touristes) et pour une même population sédentaire augmentation des besoins (arrosage accrus, bains et ablutions répétés pour combattre la chaleur). C'est dire combien seront délicats à résoudre les problèmes de distribution à cette époque de l'année : apport insuffisant d'une eau qui risque une contamination supérieure et exigence accrue de la population.

Nous n'avons pas mentionné les rivières qui confluent avec la Vienne au niveau de Chatellerault : Clain, Envigne et Auzon. Pour ces deux dernières, leur faible débit influence peu les caractéristiques de la Vienne. Quant au Clain, il suffit de dire que les rivières qui le grossissent à l'ouest (Boivre, Dive) sont soumises à un climat océanique de type vendéen. Le schéma de la page suivante met en évidence le carrefour de rivières et de ruisseaux à la hauteur de l'agglomération chattelleraudaise, par suite de l'élargissement de la vallée.



G E O L O G I E

I - GENERALITES :

Nul n'ignore que l'analyste le plus expérimenté ne peut réussir totalement une analyse s'il ne connaît pas l'origine du prélèvement. Cela est aussi vrai pour le chimiste que pour le bactériologiste qui s'intéresse à l'hydrologie. En effet, l'analyse in vitro au laboratoire ne donne aucun renseignement sur la nature du sol traversé par l'eau. Et pourtant " l'eau analysée n'est que l'ultime compromis, l'état d'équilibre réalisé entre la goutte de pluie et les matériaux qu'elle a rencontrés ou imprégnés au cours d'un trajet plus ou moins long " (17).

L'étude même incomplète de l'alimentation en eau d'une ville nécessite donc un bref rappel géologique.

a) Lorsqu'il s'agit d'une eau souterraine, la géologie du sol correspondant au périmètre d'alimentation de la source doit être étudiée de façon très précise c'est le cas par exemple de l'eau qui provenait de la fontaine de Rouillac, du Malgaroux ou de tous les puits particuliers. Aussi présenterons nous de façon succincte la géologie de Chatellerault et de sa banlieue, ce qui nous permettra d'expliquer les difficultés de captage rencontrées par les nombreuses municipalités.

b) Par contre, pour une eau de rivière, le problème hydrogéologique est plus complexe : on doit étudier les terrains drainés par la rivière, définir le bassin fluvial." L'assiette générale du sol d'une contrée et sa composition minéralogique ont nécessairement une influence toute puissante sur la direction des cours d'eau qui l'arrosent, sur la disposition des vallées qui la sillonnent et sur la composition physico-chimique des eaux ".

(26)

La nature du sol, le volume des eaux tombées (indice d'écoulement, la pente de la rivière, les facteurs climatiques - pluviosité, évaporation - sont autant de paramètres qui

jouent un rôle direct ou indirect sur la composition de l'eau. Les eaux superficielles sont en contact à la fois avec le sol et avec l'atmosphère. Leurs propriétés dépendent directement de ces deux facteurs du milieu. Les eaux qui s'écoulent librement à la surface du sol entraînent avec elles, par action mécanique, une certaine quantité de matières en suspension, organiques ou inorganiques, variable suivant le débit du cours d'eau. Le débit de la rivière doit en effet, être envisagé, car il faut fournir en tout temps la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation des usagers et à l'industrie. Pour un établissement industriel, il faut tenir compte de la continuité ou de la discontinuité du travail. Pour l'alimentation d'une agglomération le calcul se fait d'après le nombre d'habitants. Les normes ont considérablement évolué avec l'amélioration des conditions de vie. Après avoir tablé sur 100 litres par habitant et par jour, on admet maintenant 300 litres et certains auteurs auraient même avancé 1 m³, mais cette estimation paraît exagérée ...

Comme l'indique Fourmarier, " il est nécessaire de prévoir très largement les installations pour tenir compte de l'augmentation des besoins au fur et à mesure du développement de l'agglomération. On doit estimer dans quelle proportion pourront augmenter les besoins. Le captage devra être calculé de telle manière qu'il ne soit pas nécessaire d'entreprendre de nouveaux travaux dans un délai trop rapproché "(18).

La ville de Châtelleraut ayant utilisé tour à tour les eaux de nappes souterraines (Malgaroux, puits) et les eaux superficielles (Vienne) nous ferons donc une double étude portant sur la région Poitou Limousine et sur le canton de Châtelleraut.

II - GEOLOGIE DU BASSIN DE LA VIENNE.

Nous citerons tout d'abord le rapport demandé au Professeur Welsch lors de l'instruction du dossier de distribution d'eau de la Vienne. Il résume très bien la géologie de la région Poitou Limousine d'où viennent les eaux qui alimentent Châtelleraut.

" La Vienne, par elle-même et par ses affluents : le Clain, etc ..., recueille les eaux qui proviennent de la partie Nord-Ouest du Massif Central de la France, avec quelques parties des Deux Sèvres, du seuil du Poitou et d'une faible partie du Châtelleraudais.

- Le Massif Central est constitué principalement dans le Limousin - région qui nous intéresse - par des roches cristallines surtout des granits et des diorites, par des schistes cristallins : gneiss, micaschistes amphibolites, calcschistes et quelques

filons de quartz et par des alluvions : sables, limons graviers et cailloux roulés, provenant de la destruction des assises précédentes .

Les roches cristallines sont constituées par les minéraux dont les principaux sont les feldspaths, les micas, les amphiboles et pyroxènes et le quartz ; il y a, en plus, une infinité de minéraux dont je trouve inutile de détailler la composition pyrite jaune ou sulfure de fer.....

1) La Vienne reçoit le Clain, dont quelques affluents viennent du Massif ancien des Deux Sèvres ; ces petites rivières ont leur origine dans une région analogue au Limousin, mais avec des roches souvent plus argileuses ; le résultat est à peu près le même sauf pour la proportion des éléments. Les eaux qui ont traversé ces terrains sont pauvres en calcaire et peuvent renfermer de très faibles quantités de substances argileuses provenant de la décomposition des roches feldspathiques.

2) Dans le seuil du Poitou, compris entre le Limousin et le voisinage des Deux Sèvres, les rivières ont recueilli les eaux d'un pays différent, formé de deux catégories de roches en superposition ;

a) Marnes et calcaires jurassiques

b) Sables et argiles tertiaires, qui occupent les plateaux. En général, les ruisseaux se forment sur les plateaux perméables et se continuent sur les pentes occupées par les calcaires jurassiques.

Le fond des vallées est occupé par deux sortes d'alluvions :

a) Les alluvions anciennes, formées de sables et graviers surtout calcaires, avec nombreux éléments siliceux.

b) Les alluvions modernes, formées de sables fins souvent limoneux avec des zones tourbeuses ; sauf une seule exception (Montorchon) il n'y a pas de tourbe réelle, mais seulement des fonds marécageux, comme la vallée de la Boivre et quelques autres.

En résumé, les eaux de cette zone sont plus calcaires que celles de la première zone, elles renferment quelques traces de substances humiques.

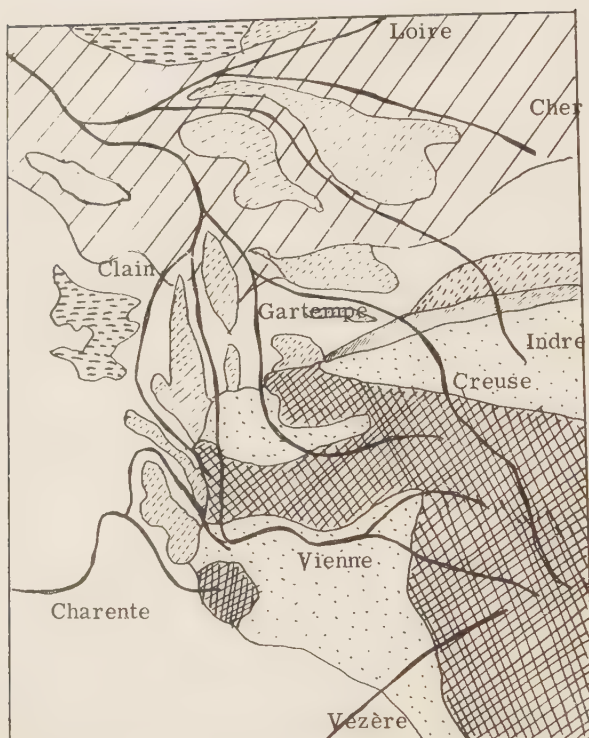
III - Dans la région de Châtellerauld, la Vienne et le Clain reçoivent quelques ruisseaux, dont les types sont l'Auzon et la Palu.

L'Auzon vient de la région crétacée, renfermant surtout des tuffeaux plus ou moins calcaires, avec des dépôts argilosableux sur les plateaux (ligne acadienne par exemple)

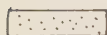
La Palu provient de terrains calcaires jurassiques et a traversé une région de sables verts crétacés avec argiles et calcaires.

En résumé, on a affaire encore à des eaux calcaires apportant une certaine quantité de silice et d'argile (41).

Carte Géologique Bassin de la Vienne



Terrains anciens



Granits porphyres

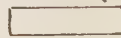


Gneiss, schistes

Secondaires



Crétacé { calcaire
craie



Jurassique
(marnes, calcaires)

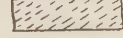


Jurassique inf.
Lias

Tertiaires



Tertiaire inférieure
(Marnes, argiles)



Sables, argiles

Comme l'indique encore le rapport de Welsch, l'ossature du département de la Vienne comprend 4 groupes principaux de terrains :

- 1 - Les terrains granitiques
- 2 - Les puissants étages des calcaires jurassiques
- 3 - Les étages des sables verts et de la craie
- 4 - Les couches argileuses sablonneuses et marneuses de la formation tertiaire recouvrant les précédents ''.

La Vienne issue des terrains granitiques, s'engage dans la zone jurassique puis enfin s'élargit en atteignant le Crétacé c'est à dire en pénétrant dans le Chatelleraudais.

Pour ce qui est de la vallée de l'Envigne, les collines crayeuses bordent sa vallée, alors que les pentes sont formées de marnes et de sables verts. Les rives de l'Envigne, formées de sables maraîchers cultivés pour leurs primeurs, constituent les terrains '' d'en bas '', à opposer pour leur richesse aux assises supérieures ou '' terrains d'en haut ''.

Enfin, l'Ozon '' qui prend sa source au-dessus de Monthoiron à 3 lieux de Chatellerault, coule dans un lit vaseux, entre des joncs, dans une plaine étroite dont le sol est une terre blanche où domine la marne et le tuf '' (10). Sur ses deux rives, à hauteur de Targé, on retrouve déjà '' des traces de l'étage du grès vert. Au dessus de Targé, c'est la craie grise qui forme les pentes de la petite vallée et, de Monthoiron jusqu'aux alentours d'Archigny, le grès vert ne se laisse plus apercevoir qu'à la dérobée '' . (26).

C'est donc la réunion de ces deux rivières qui donne à l'eau ses caractéristiques physiques et chimiques, elles même fonction des terrains traversés.

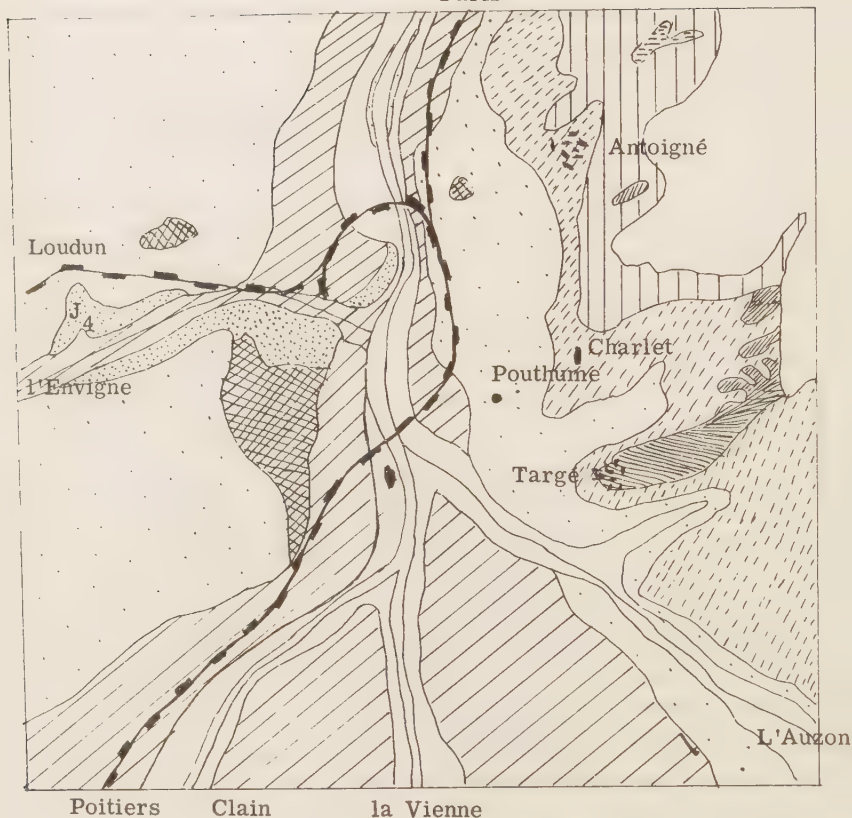
III - ETUDE DE LA FEUILLE GEOLOGIQUE DE CHATELLERAULT :

Elle nous montre que les 4 groupes de terrains observés dans le département de la Vienne ne se retrouvent plus au niveau de Chatellerault et de sa banlieue.

1 - Le granit imperméable n'apparaît à la surface du sol qu'au sud du département, ou en de rares îlots vers Ligugé. Partout ailleurs vers le Nord, il est recouvert sous les marnes et les calcaires jurassiques.

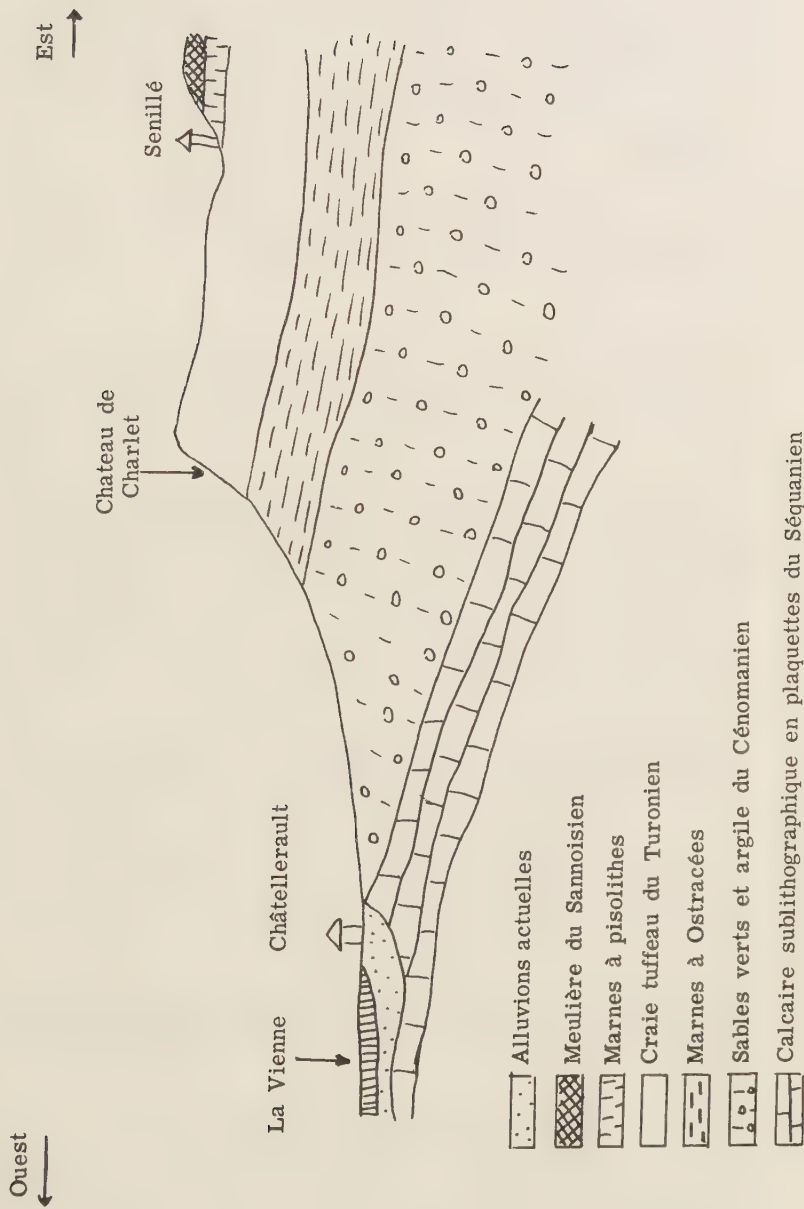
Carte Géologique Châtellerault et sa banlieue

Paris



	a ₂ alluvions modernes		c ₇ Sénonien
	a ₁ c alluvions basses terrasses		c ₅ Cénomanién
	a ₁ b alluvions terrasses moyennes		c ₆ ^a Turonien inférieur
	d ₁ a alluvions hautes terrasses		c ₆ Turonien décalcifié

Coupe de la Rive droite de la Vienne à la hauteur de Châtellerault



2 - " Les étages jurassiques qui surmontent ces terrains sont réduits aux groupes inférieurs et moyens, le groupe supérieur qui se développe si largement vers l'est du bassin parisien faisant totalement défaut dans la Vienne " (26). Le Bathonien débute sur les bords de la Vienne par des calcaires blancs à texture compacte. Il est recouvert par endroit de calcaire pisolitique puis oolithique.

Au niveau du Callovien, il y a passage insensible de la texture oolithique à la texture compacte. Enfin, on trouve faiblement représentés l'Oxfordien et le Corallien.

3 - Le secondaire crétacique est représenté au niveau de Châtellerauld par les deux étages du Cénomanien et du Turonien (la base et la partie supérieure de la formation crétacée manquent) Ce sont ces deux étages que nous observons essentiellement sur la feuille géologique de Châtellerauld.

a) Le Cénomanien, constitué de marnes qui renferment des assises d'un calcaire grossier littéralement pétri de coquilles, constitue un sol compact humide car il forme, avec la craie argileuse de la base de l'étage turonien, le plan imperméable sur lequel se rassemblent les eaux infiltrées dans les terrains poreux supérieurs. Au niveau de cet étage géologique, les fossiles y sont nombreux. Creuzé Latouche indique un amas considérable et remarquable de coquillages liés ensemble par un gluten qui s'étend depuis le village d'Ozon dans la plaine entre Châtellerauld et Pouthumé jusque sur le coteau du Chatelier. Le chemin neuf des Minimes et celui qui monte au Chatelier et qu'on appelle le Roc sont entièrement creusés dans cette masse de coquilles " (10).

Le groupe des marnes cénomaniennes dessine de " ses franges le pourtour de la craie autour de Châtellerauld et sur les rives de l'Envigne. L'épaisseur de l'étage fourni par le forage de Charlet montre une hauteur de 58 m. "

b) Le Turonien, assez largement représenté sur les coteaux de la rive droite de la Vienne qui dominent l'agglomération châtelleraudaise (Antoigné, Charlet), peut être subdivisé en deux facies :

- le turonien inférieur ou craie de bourré
- le turonien décalcifié.

Des carrières de turonien (Antoigné) a été extraite la plupart des pierres qui ont servi à embellir la ville de Châtellerauld. Cénomanien et Turonien sont donc très répandus sur la rive droite de la Vienne à la hauteur de la ville. " Au niveau

de la cité règnent des terrasses abaissées, appartenant à l'étage du grès vert ; elles forment la première assise, le gradin inférieur de cet amphithéâtre crayeux. Quand on gravit ces collines par la route de Lésigny ou celle d'Oyré, on passe successivement en revue les diverses couches du grès vert et de la craie qui le surmonte. Après s'être élevé sur la première terrasse de grès vert qui domine immédiatement le faubourg Sainte Catherine, on rencontre à la hauteur des premières maisons situées au pied de l'escarpement crayeux la craie marneuse grisâtre qui court au niveau d'Antoigné, et, au-dessus, commencent les assises de craie micacée et de craie tuffeau, exploitées dans les carrières renommées de la Grande Cave . " (26).

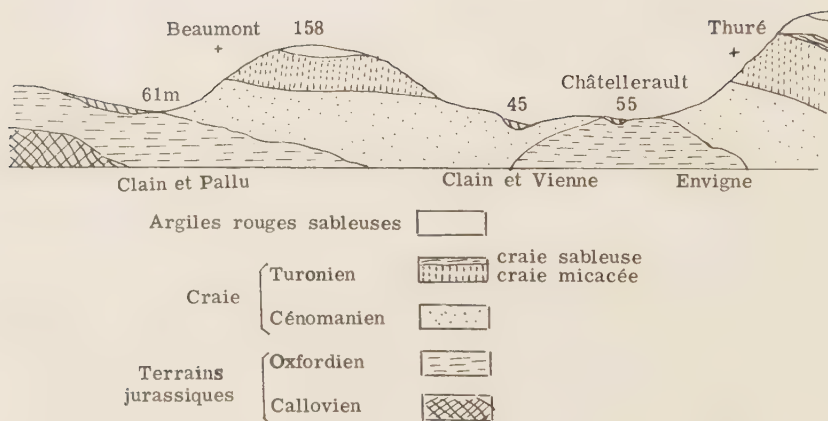
L'observation de la carte géologique met en évidence un relèvement des étages Cénomaniens et Turoniens sous forme de collines sur la rive gauche de l'Envigne et surtout au niveau du faubourg Sainte Catherine, relèvement dû à une dislocation du sol à une époque postérieure à leur dépôt. Avec Touzé de Longue-mar, il faut admettre la réapparition subite par relèvement de la terrasse oxfordienne sur laquelle le Cénomaniens s'appuie . " En effet, Turonien et Cénomaniens affectent un surhaussement en désaccord avec leur situation à l'intérieur de notre zone crétacée . " (26). Ce serait cet accident géologique qui aurait donné lieu aux affleurements oxfordiens qu'on retrouve sur les bords de l'Envigne, à la hauteur de Besse et à Chatellerault sur le bord de la Vienne, au niveau du pont Henry IV.

4 - Enfin, on doit citer la présence, le long de l'Envigne, de calcaires sous-jacents de Séquanien. " On attribue à ce niveau des couches de calcaires jaunâtres par altération, mais bleus en profondeur en petits bancs de 10 cm., séparés par des marnes blanches en lit de 5 à 6 cm. " (26)

Parmi les terrains contemporains, on doit citer les différentes alluvions qui s'étagent de chaque côté de la Vienne,

a) Les alluvions modernes formées de sables plus ou moins limoneux, s'étendent sur la berge droite ainsi qu'en aval, dans la direction d'Antran.

b) Les alluvions anciennes s'étagent en terrasses qui, selon l'altitude relative sont subdivisées en basses terrasses (les Renardières) terrasses moyennes et hautes terrasses, visibles surtout vers Targé.



Profil des collines de la rive gauche
Clain - Vienne - Envigne au niveau de Châtelleraut

En résumé, on peut dire que le canton de Châtellerauld est formé en majeure partie, à l'est de la Vienne, par des collines crayeuses - craie du turonien de Châtellerauld à Ingrandes sous lesquelles ressortent les marnes et les sables verts du Cénomaniens ainsi qu'aux abords de la rivière. Du côté de l'ouest, ce sont aussi les terrains du Cénomaniens qui dominent, mélangés aux alluvions sableuses et caillouteuses de la vallée, qui laisse apercevoir des relèvements de calcaires jurassiques argileux sur les bords de la Vienne et de l'Envigne (relief de Turonien Naintré-Beaumont). Cet élargissement de la vallée, annonciatrice de la Touraine permet aux différents cours d'eau de converger au niveau de Châtellerauld. La dépression occupée par la ville correspond à " une boutonnière anticlinale " qui, selon Mathieu, peut être comparée avec raison " à un petit pays de Bray ". (28).

IV - HYDROGEOLOGIE

Ce bref rappel géologique va nous permettre de mieux comprendre les possibilités hydrologiques fournies par les terrains de la région châtellerauldaise.

Du point de vue hydrogéologique, il est classique de séparer les terrains en 4 catégories, selon la nature des roches qui les constituent.

1 - Roches compactes à fissures étroites. Ce sont les roches dites " perméables en grand "; la pénétration de l'eau se fait mal et les réserves ainsi constituées peuvent se tarir si elles sont trop exploitées.

2 - Roches compactes à fissures larges. C'est le cas des terrains calcaires où l'eau produit la dissolution du sol et peut former de véritables cours d'eau souterrains.

3 - Roches perméables en petit, à porosité élevée, et favorables à la production de nappes souterraines dans les sables ou les grès.

4 - Roches poreuses imperméables, qui peuvent s'imprégner d'eau, mais où l'eau ne peut circuler.

C'est donc au contact des assises filtrantes avec les assises imperméables que se font jour les sources naturelles ainsi qu'au débouché de certaines fissures des terrains calcaires.

Parmi les différents plans d'eau cités par Touzé de Longuemar, nous ne retiendrons que ceux intéressant Châtellerault. La zone crayeuse va donner des sources " plus nombreuses que remarquables, en raison des déchirements multipliés que des étages ont subis et qui lui ont fait perdre ses eaux souterraines par cent issues à la fois. Ce n'est pas seulement à la base ou à mi-côte des flancs des vallées que se font jour d'abondantes source. Il en existe même au sommet des pentes et dans les plis de terrains supérieurs des plateaux. Il suffit pour cela qu'une certaine étendue de sol perméable sableux repose au-dessus d'une couche argileuse pour donner issue aux eaux absorbées dans son épaisseur." (26).

Ainsi, les sources, ni constantes ni abondantes du fait du morcellement des masses filtrantes, seront éparpillées le long des terrasses des sables verts depuis Targé jusqu'à Ingrandes. " La masse des marnes et des sables verts, en s'enfonçant sous le massif crayeux dominé par le château de Charlet, la Tour Girard, etc., est séparée de la craie tuffeau proprement dite par une masse crayeuse très argileuse, au-dessus de laquelle s'écoulent les eaux pluviales infiltrées dans le massif supérieur. Ces écoulements donnent naissance aux fontaines des Martinets, de Charlet, de Rouillac, de la Croix et surtout d'Antoigné, dont les eaux abondantes s'absorbent dans le petit vallon sableux qui court de la Raguinère jusqu'au dessous de Piffoux. Elles alimentent vraisemblablement les puits de la ville, du moins ceux qui ont été creusés à une profondeur moindre de 6 à 7 m., niveau au-dessous duquel on atteint les calcaires oxfordiens supérieurs. C'est en captant les eaux issues à la base du mamelon du Malgaroux et de Piffoux, à l'aide d'une sorte de drain en pierres, établi au pied de cette éminence, au sein même des sables argileux et ferrugineux mis à découvert que l'on a augmenté la quantité d'eau qui alimentait les fontaines voisines." (26).

Quant aux puits, la profondeur des forages à exécuter est fonction de la nature des assises à traverser. C'est la raison pour laquelle nous mentionnons le tableau des profondeurs des puits, en fonction du terrain, tel qu'il a été publié par Touzé de Longuemar dans ses " Recherches géologiques et agronomiques de la Vienne ".

On voit que le forage dans les zones du Cénomanién ou des terrains d'alluvions permet d'obtenir de l'eau en quantité intéressante sans creuser trop profond.

Ces quelques données montrent bien que la structure géologique de la vallée de la Vienne laisse apparaître de très nombreuses sources qui sont hélas de peu d'importance, et ne

ORIGINE DES TERRAINS		PROFONDEUR	QUALITES
sol de transport alluvions des vallées		2 à 8 m.	bonnes
marnes, argiles sableuses	terrain tertiaire	7 à 12 m.	bonnes ou vaseuses
zone crayeuse	étage turonien étage cénomanien	25 à 35 m. 5 à 10 m.	eaux calcaires
Terrain jurassique			
	étage corallien	50 à 60 m.	bonnes
	étage oxfordien	10 à 40 m.	vaseuses
	étage callovien	30 à 40 m.	excellentes
	étage bathonien	30 à 50 m.	excellentes
	étage bajocien	25 à 35 m.	bonnes
	étage toarcien	5 à 15 m.	vaseuses
Granits et gneiss		5 à 10 m.	fraiches limpides

permettent en aucun cas l'alimentation d'une ville de plus de 30.000 habitants. La multitude de ces petites sources plus nombreuses que généreuses, souvent intermittentes, devait obliger à recourir au pompage dans la Vienne, comme nous l'a indiqué l'historique de l'alimentation.

LA STATION D'EPURATION

Pour son alimentation, l'homme doit disposer d'une eau parfaitement pure, c'est-à-dire " ne devant présenter aucune souillure suspecte, ni renfermer aucune substance capable d'occasionner des troubles dans l'organisme sain." (16). Nous avons vu dans l'historique que l'eau captée à l'état brut dans le lit de la Vienne ne possédait pas les qualités désirées. Il fallait donc chercher à l'améliorer." Divers procédés d'épuration peuvent être mis en usage suivant qu'il y a lieu d'éliminer des matières en solution ou de débarrasser l'eau des microorganismes et des matières en suspension qu'elle renferme." (24)

Envisageons les différentes corrections pratiquées sur l'eau de la Vienne, au niveau de la station d'épuration, tout en comparant avec les procédés les plus couramment utilisés en hydrobiologie.

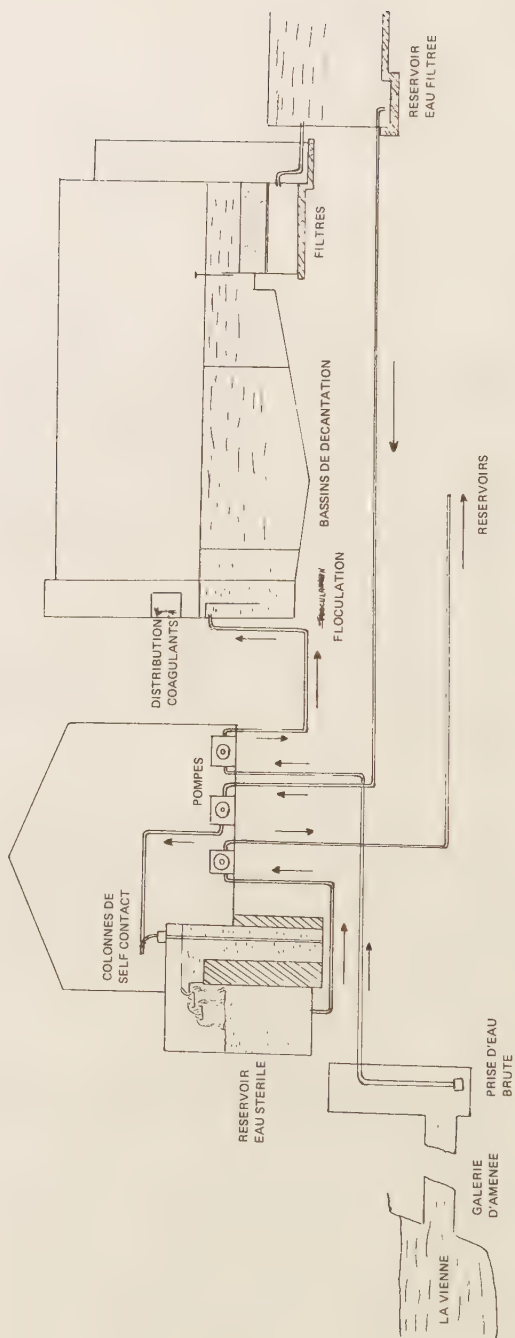
L'eau prélevée sur la berge de la Vienne à environ 400 m en amont du barrage de la Manufacture face au confluent de l'Envigne, pénètre dans une galerie souterraine en maçonnerie, munie d'un grillage à son entrée. Après avoir traversé des jardins et la propriété du " Pavillon Bleu ", l'eau se collecte au niveau de l'usine, dans une bêche à partir de laquelle elle va subir divers traitements.

On peut distinguer :

- une correction des qualités physicochimiques
- une correction des qualités bactériologiques.

- SCHEMA DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU POTABLE -

- STATION DE TRAITEMENT ET DE POMPAGE DES EAUX -



SCHEMA D'ENSEMBLE DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX



I - CORRECTION DES QUALITES PHYSICOCHIMIQUES'.

" La limpidité des eaux peut être altérée par la présence de matières en suspension, minérales ou organiques, de matières colloïdales, de plancton, etc ... Lorsque les eaux renferment une assez forte proportion de matières en suspension, il est utile de procéder à la décantation comme opération préliminaire à la filtration. La décantation consiste à laisser reposer l'eau pendant un certain temps. afin de la débarrasser des matières qu'elle entraîne mécaniquement". (32) Deux bassins de décantation sont utilisés, l'un, construit en 1950, permet un traitement de 200m³ heure, l'autre, installé en 1965, d'une capacité de 400 m³. Comme l'eau de la Vienne est chargée en matières colloïdales, cette simple décantation devrait se prolonger longtemps dans des bassins de grande superficie où l'eau circulerait à vitesse faible et uniforme. Cela nécessiterait une superficie de bassins très importante pour faire face à la consommation journalière des châtelleraudais. Aussi, accélère-t-on la clarification par adjonction de coagulant.

a) Floculation

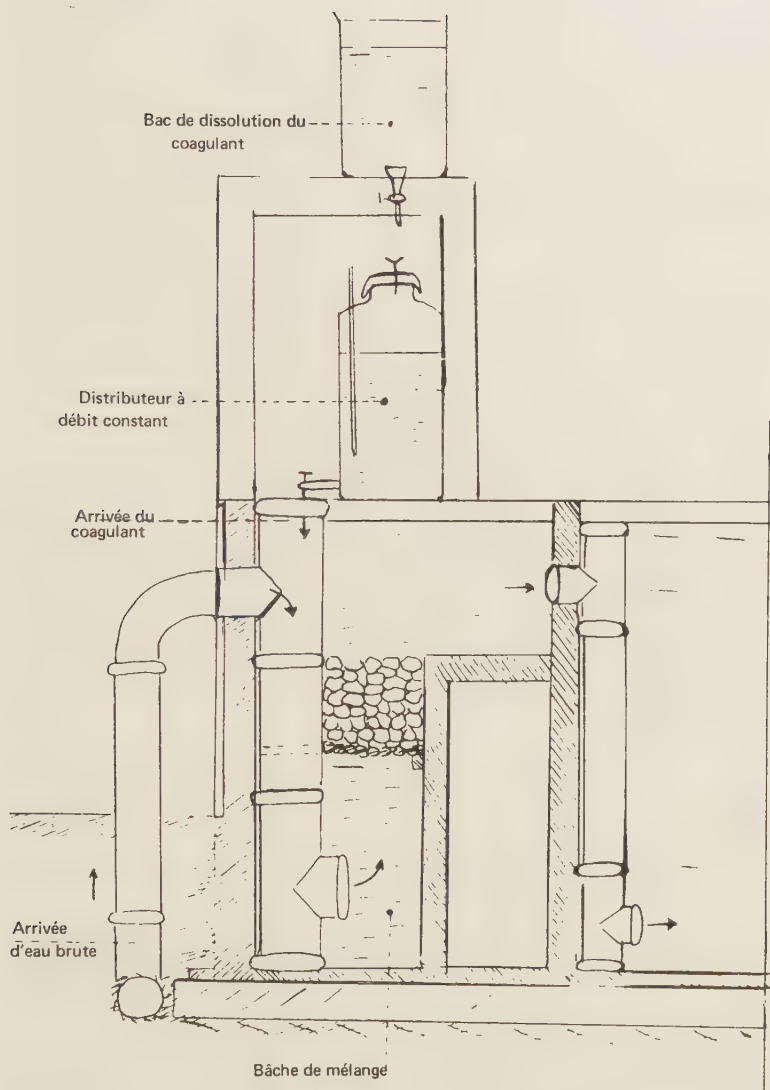
Aux sels de fer ou de chaux, on préfère le sulfate d'alumine à 20% utilisé à la concentration de 50 ou 60 gr/m³. On augmente cette concentration à 90 gr. lorsque l'eau est très chargée en matières organiques : en période de crue ou de fonte des neiges. A ce stade, un dosage régulier de contrôle des matières organiques est effectué. "Le principe d'action du sulfate d'alumine est la décomposition des carbonates alcalins et alcalino-terreux que contient l'eau en donnant des sulfates et de l'hydrate d'alumine qui précipite à l'état de flocons en entraînant les bactéries et la plupart des corps en suspension. " (32)

Cette mise en contact s'effectue dans quatre mélangeurs de coagulants. " La distribution du sulfate d'alumine est assurée par des bacs à débit constant; la dissolution du sulfate d'alumine s'écoule dans un tuyau vertical et remonte avant de passer dans le bassin de décantation à travers une couche de gravier. L'eau brute amenée par une pompe circule également dans cette couche de gravier : un mélange est réalisé entre l'eau à traiter et la dissolution du coagulant." (32)

L'eau de la Vienne étant acide, la floculation s'effectue bien; dans le grand bassin, la durée de contact est de 20 minutes; elle s'élève à 40 minutes pour le petit bassin.

b) Décantation

" L'eau décante pendant 3 à 5 heures, selon le type de bassin - le grand bassin ayant une contenance de 2000 m³. Les matières précipitées par le coagulant se réunissent en amas et constituent le "floc" Celui-ci sera évacué dans un deuxième bassin, sous forme de boues.



MELANGEUR de COAGULANT

c) Filtration :

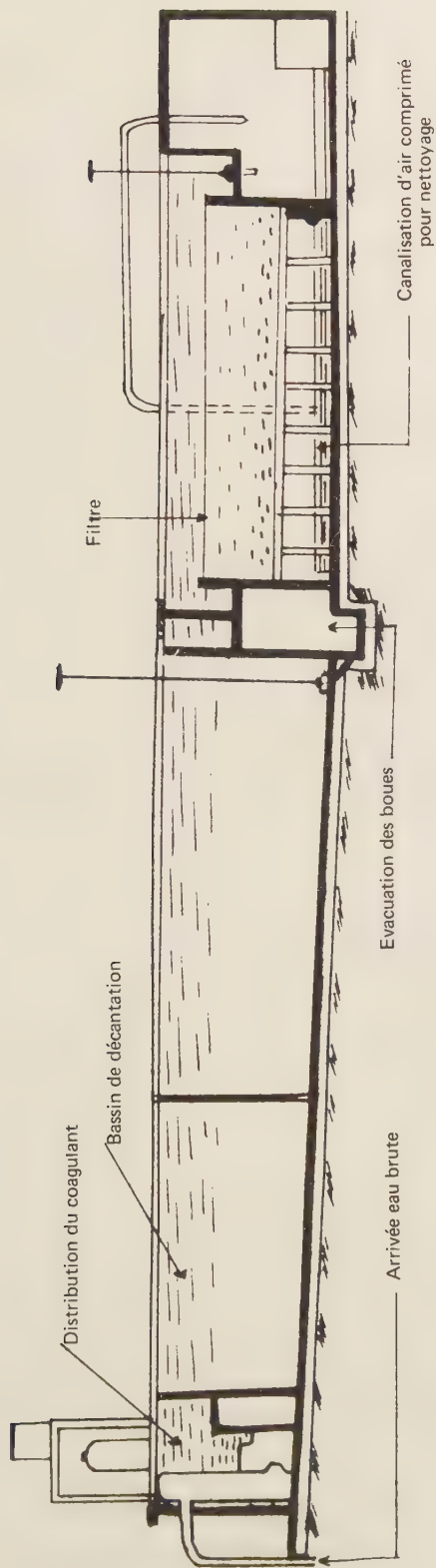
“ La filtration a pour objet de forcer l’eau à passer dans des canaux extrêmement fins, afin d’arrêter les matières en suspension”.

Il existe différents types de filtres : les filtres lents et les filtres rapides. Les filtres lents sont les plus anciennement utilisés puisque ce serait Simpson qui les aurait inventés en Angleterre vers 1829. Plus tard, Koch étudia le rôle de la membrane, qu’il décrit comme “un feutrage constitué par l’accumulation dans le filtre de particules inertes et d’êtres vivants, protozoaires notamment, grands destructeurs de bactéries.” (32).

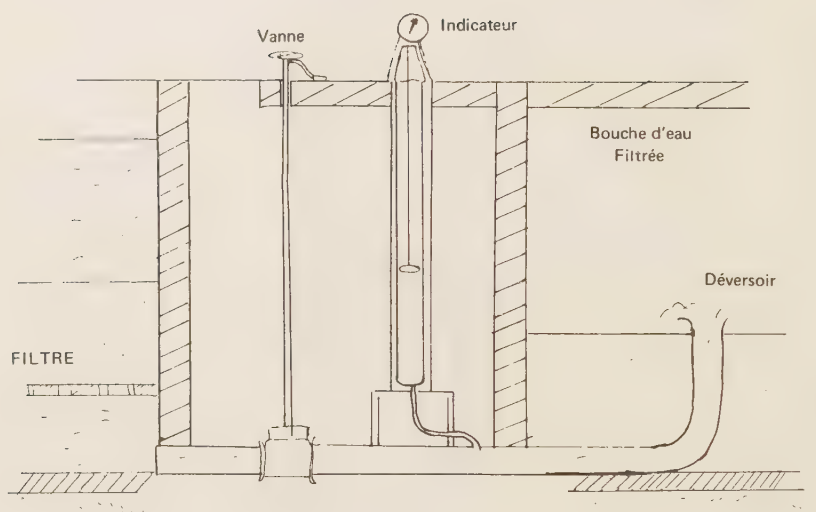
Cette filtration s’effectue à l’usine de Châtellerault à l’aide de cinq filtres de type rapide, placés à la suite des bassins de décantation. On utilise un silex concassé calibré dont les grains ont un diamètre de 1 à 1,5 mm. Ce lit de silex arrête ce qui reste du floc, ainsi que de nombreuses impuretés. La hauteur du sable filtrant est de 1 mètre et la surface filtrante pour chacun des 5 filtres de 35 m² (5m x 7m). Le réglage du filtre est assuré par un appareil constitué par un flotteur mesurant la hauteur d’eau de la lame déversante. Cette hauteur d’eau se traduit en m³, à l’aide d’une aiguille commandée par le flotteur et qui se meut devant un cadran gradué; le débit du filtre est facilement réglé par un simple jeu de vanne.” (32) Grâce à cet appareil, on peut très bien observer le colmatage du filtre. A l’état normal le filtre peut débiter de 80 à 300 m³/m² par 24 h soit 20 à 30 fois le débit d’un filtre lent ordinaire. Lorsque le débit descend vers 100 à 120 m³, il y a début de colmatage. Chaque filtre fonctionne de 38 à 40 heures, ce qui représente le filtrage de 1500 à 1800 m³ d’eau. En période de crue, le temps de marche est réduit à 20 heures.

Le sable qui a servi à cette filtration se recouvre d’impuretés et se colmate. Plusieurs procédés de nettoyage peuvent être utilisés :

- nettoyage mécanique, à l’aide d’un râteau qui remet en suspension les impuretés que l’on évacue ensuite.
- nettoyage par inversion de courants d’eau. De l’eau sous pression est injectée dans l’appareil filtrant par la partie inférieure. Ce courant brasse le sable; il suffit d’évacuer les boues par des dispositifs appropriés.
- nettoyage par insufflation d’air. Cette méthode, la plus simple et la plus usitée dans les installations d’eau ozonisée est employée à Châtellerault. Elle demande la présence de canalisations d’air réparties sous toute la couche de la surface du filtre. Elle nécessite une rigole d’évacuation des boues, au centre et en surface du filtre. L’opération consiste, à l’aide d’une vanne à injecter de l’air comprimé sous la couche de sable.



FILTRE RAPIDE à COAGULANT



INDICATEUR DE DEBIT

Il en résulte un bouillonnement intense qui mélange les grains de sable. De grosses bulles d'air viennent éclater à la surface. En même temps on envoie, sous la couche filtrante, un courant d'eau chloré purifié provenant d'un bassin de réserve. Les boues sont évacuées par la rigole supérieure. On chasse ensuite l'air pour éviter de défoncer les filtres; le nettoyage ainsi effectué est très rapide. Sur la série de 5 filtres en batterie, on possède toujours un filtre propre à l'avance, de façon à pallier une quelconque défaillance mécanique.

L'eau filtrée est dirigée dans un bassin de reprise et, avant de procéder à la dernière opération qui est la stérilisation, on ajoute à l'eau, dont le pH a été abaissé par le sulfate d'alumine, du carbonate de soude à raison de 30 à 40 g/litre. Ceci a pour but de ramener le pH à 7,6 valeur prescrite par les normes de potabilité - l'eau de la Vienne ayant un pH : 7 abaissé à 6,8 par la floculation.

II - CORRECTION DES QUALITES BACTERIOLOGIQUES.

Comme l'indique Leclerc "lorsque les eaux ne présentent pas toute garantie quant à leur teneur en germes pathogènes, il convient avant de les utiliser pour l'alimentation, de leur faire subir un traitement approprié (24)."

Différents procédés ont été préconisés, les uns applicables sur le plan ménager et domestique, d'autres réalisables à une échelle plus importante. Nous ne ferons que citer les plus couramment employés :

<u>Agents physiques</u>	action du soleil et de la lumière ébullition prolongée ultra violet
<u>Agents chimiques</u>	sels de métaux lourds : Mercure, Argent, Cuivre Chaux dérivés chlorés : hypochlorite, eau de Javel. chlore gazeux, bioxyde de chlore, chloramines ozone.

C'est ce dernier procédé qui est utilisé à Châtellerault et que nous allons décrire.

L'Ozone - Propriétés.

" L'ozone - de formule O_3 - est une modification allotropique de l'oxygène que l'on obtient en soumettant ce gaz à l'action de l'effluve électrique. Grâce à sa structure moléculaire particulière l'ozone engendre, même à faible concentration, en milieu aqueux ou en phases liquides ou gazeuses, une série de réactions presque instantanées en ce qui concerne l'oxydation des composés minéraux. L'ozone agit aussi sur les composés organiques mais de façon plus complexe. C'est ainsi que la plupart des composés aliphatiques et aromatiques

subissent un processus réactionnel progressif, qui conduit soit à une transformation ou à une dégradation complète dans certains cas, soit à une oxydation partielle ou totale " (2).

L'ozone doit être utilisée avec une eau claire, pauvre en calcaire, en sels de fer et en matières organiques (moins de 2 à 3 mmgr/litre. C'est la raison pour laquelle la stérilisation est précédée de l'ensemble des opérations de décantation et de filtration. La quantité d'ozone utilisée sera d'autant plus importante que l'eau est plus trouble et elle augmentera avec l'accroissement de la température de l'eau à stériliser.

La stérilisation par l'ozone comprend :

- la préparation de l'air : dessicateur
- la fabrication d'ozone : ozoneur
- la mise en contact de l'eau à traiter et de l'air ozoné : émulseur.

a) Dessicateur :

On peut utiliser l'air atmosphérique tel qu'il est, mais le rendement d'un ozoneur dépend fortement de l'humidité de l'air qui l'alimente et ce rendement augmente avec la diminution du point de rosée. La dessiccation de l'air est donc nécessaire. De plus, elle évite la formation de vapeurs nitreuses et d'aéros préjudiciables à la bonne marche des ozoneurs. La dessiccation est réalisée en utilisant comme absorbant un gel de silice, qu'on place dans un élément double dont l'un est en service pendant que l'autre est en régénération, solution qui assure un fonctionnement continu.

b) Ozoneur :

L'air débarrassé de toute humidité passe entre deux électrodes, soumises à une différence de potentiel élevée : en pratique, la production d'effluves nécessite de disposer d'un courant alternatif sous des tensions comprises entre 6 et 25 000 volts, " tensions facilement réalisées au moyen de transformateurs dont les bornes sont reliées à deux électrodes, séparées par un diélectrique (destiné à empêcher l'amorçage d'arc).

L'ozoneur à plaque est formé de deux plateaux métalliques et d'un diélectrique constitué par une plaque de verre s'appuyant sur l'un de ces plateaux, dans l'industrie, on peut avoir des ozoneurs à simple refroidissement, si l'on veut augmenter la production d'O₃ en accroissant la densité de courant.

c) Appareil émulseur :

“ Pour mettre en contact l’air ozoné produit avec l’eau à traiter, on peut employer les moyens connus pour mélanger intimement des gaz et des liquides ; mais ces procédés sont souvent très onéreux et nécessitent l’installation de grosses puissances électriques ”(2). Plusieurs méthodes ont été proposées : celle qui paraît la plus simple et qui fut employée pour la première fois par Tindal, consistait à injecter de l’air ozoné dans l’eau, à l’aide d’une pompe sous pression : l’eau circulait dans une colonne divisée, de distance en distance, par des plateaux perforés. La méthode employée dans les premières expériences d’Otto, à Nice, utilisait à la fois l’action de petits émulseurs, sortes de trompes à eau, construites en aluminium, et celle du ruissellement. En sortant des émulseurs, l’eau tombait dans un bac et s’écoulait ensuite sur des colonnes de graviers ” (32)

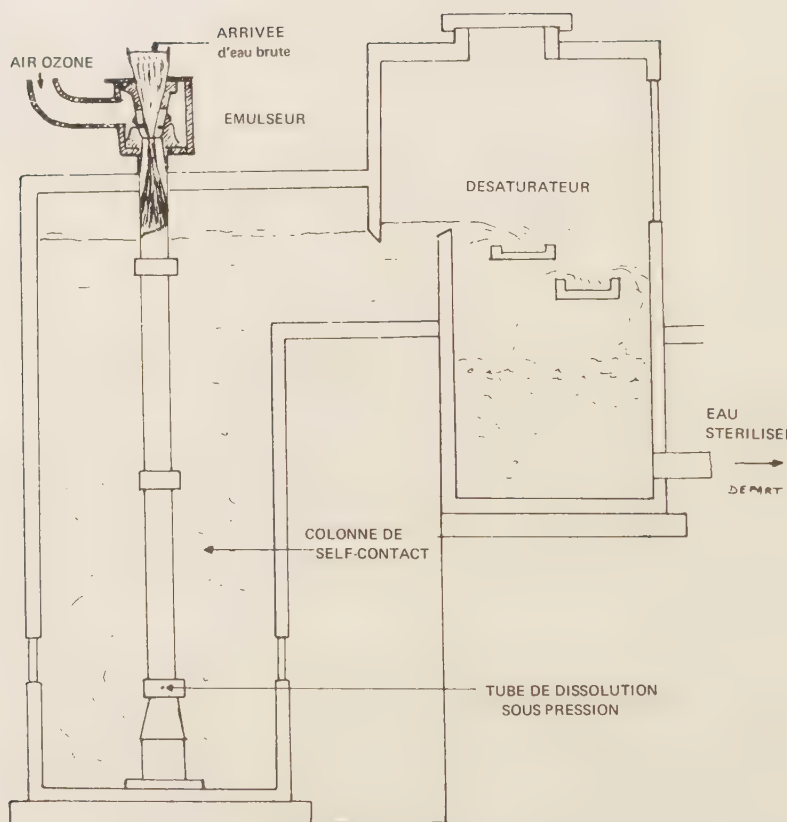
Dans la pratique actuelle, on utilise un appareil comparable à une gigantesque trompe à vide. L’eau brute tombe avec force dans une tuyauterie, entraînant l’appel de gaz fourni par l’ozoneur. L’eau est émulsionnée en goutellettes et chaque goutellette se trouve en contact avec l’air ozoné pendant un temps variant de 3 à 5 minutes, temps très suffisant pour la destruction des germes de l’eau.

Par son passage dans l’émulseur, l’eau produit une dépression suffisante pour aspirer l’air ozoné dans le générateur d’ozone, et par un tube dit de “ dissolution sous pression ”, entraîner les deux fluides en émulsion jusqu’au bas d’une colonne dite de “ self-contact”. Cette opération prolonge la durée de l’action de l’ozone sur l’eau.

Le mélange remonte dans la colonne, pour venir se déverser en cascade dans un désaturateur d’où se dégage l’excès d’ozone non dissout contenu dans l’eau.

Afin de vérifier le bon fonctionnement des ozoneurs et, par là même, de contrôler la stérilisation de l’eau, il est effectué régulièrement une recherche d’ozone libre, dans l’eau traitée à l’aide d’iodure de potassium ou d’orthotoluidine.

Avant d’aborder les qualités acquises par l’eau ozonée , nous devons signaler que la station d’épuration de Chatellerault possède, en outre, un dispositif de traitement par le chlore - stérilisation par l’hypochlorite - Ce procédé de stérilisation est utilisé parfois en période estivale, lorsque la consommation en eau s’accroît dans des proportions considérables et lorsque, parallèlement, la Vienne est en période d’étiage. La javellisation s’emploie alors en plus de l’ozonisation.



COLONNE de SELF - CONTACT

Qualités de l'eau stérilisée par l'ozone

En plus de la stérilisation, on admet que le traitement par l'air ozoné entraîne une modification des qualités organoleptiques et physicochimiques de l'eau traitée.

a) Amélioration des qualités organoleptiques.

Il semblerait que les odeurs désagréables de certaines eaux ou de certains goûts, disparaissent par action de l'ozone. L'exemple le plus frappant a été fourni par les eaux de la ville de Dusseldorf qui, utilisant les eaux du Rhin polluées à l'extrême, non seulement par le développement gigantesque de l'industrie chimique et sidérurgique de la Rhur, mais aussi par le trafic accru de la navigation à propulsion diesel, a fait appel à une stérilisation par l'ozone. Ce traitement a entraîné une disparition des goûts et des odeurs très prononcés, provenant des composés phénoliques et d'amines alliphatiques.

Aux modifications organoleptiques, s'ajoutent des améliorations de l'aspect de l'eau. Malgré les floculations et les décantations réalisées, les eaux chargées en matières organiques et en plancton conservent, parfois, une teinte brune difficile à faire disparaître, et peu appréciée du consommateur. Cette coloration, de même que la turbidité, est appréciée à l'aide d'un long tube cylindrique de 2 mètres, fermé à ses extrémités par des glaces. Après ozonisation on observe une eau bleutée rappelant, suivant Otto, " l'eau magnifique qui, en belles cascades cristallines, s'écoule des glaciers ". Cette modification de la couleur avait été observée, dès 1928, par Dienert et Guillard qui écrivaient " remarquons les modifications de couleur apportées par le traitement à l'ozone sur les eaux filtrées. On y peut apprécier, avec l'atténuation du jaune, l'intéressant relèvement des proportions de la couleur vert bleu. La javellisation produit des effets de même ordre, mais à un degré moindre que l'ozonisation " (32).

b) Propriétés bactéricides de l'ozone.

En pratique, ce sont surtout les propriétés bactéricides de l'ozone qui intéressent l'hygiéniste. Les travaux de Roux et Calmette prouvèrent, dès le début de l'utilisation de l'ozone, que " tous les microbes pathogènes ou saprophytes que l'on rencontre dans les eaux, sont parfaitement détruits par l'ozone ". (32)

Depuis, les Américains et les Suisses ont mis en évidence le rôle microbicide, mais aussi l'action sporicide " incomparablement plus efficace que celle du chlore : destruction des spores de la bactérie charbonneuse obtenue en 1 heure par l'ozone, alors que le résultat n'est pas atteint avec le chlore après 25 heures de contact, toute autre condition restant égale ". (2)

Cette action ne fait que confirmer les conclusions portées, au sujet de la stérilisation par l'ozone ou le chlore, par les hygiénistes municipaux, en 1949 : " à dose égale, le chlore et l'ozone exercent pratiquement le même effet bactéricide, l'efficacité de la chloration paraissant toutefois plus sujette à l'influence de certains facteurs comme l'abaissement de la température ou de la concentration des ions hydrogènes (plus le pH est élevé, moins efficace est l'action désinfectante du chlore) par contre, l'ozone marque une écrasante supériorité quant à la rapidité d'action, puisqu'il agit toujours entre 15 et 30 fois plus vite que le chlore dans les mêmes conditions ". Enfin, on doit signaler le rôle virucide de l'ozone, tel qu'il ressort des travaux scientifiques effectués depuis une vingtaine d'années.

Opération de stérilisation et d'ozonisation :

Elle s'effectue au coeur même de l'usine dans la salle des machines où l'ensemble des opérations est contrôlé automatiquement, grâce à des tableaux qui permettent de suivre la marche de la stérilisation. On y trouve les groupes autonomes à marche automatique : L'eau arrive dans un réservoir où elle est surmontée d'une couche d'air comprimé qui la refoule ensuite dans les conduites, en vue de la stérilisation ou de la distribution (la pression varie entre 1,5 et 3 kg au cm²). Chaque groupe existe en double, pour éviter les arrêts dus aux pannes. un double groupe assure le pompage de l'eau de la Vienne et dirige cette eau dans les filtres ; un deuxième groupe permet la mise en réserve de l'eau traitée stérile vers les différents châteaux d'eau de la ville.

En résumé, une usine de stérilisation par l'ozone comprend essentiellement :

- les appareils ozoniseurs avec leurs transformateurs
- une colonne de self contact avec émulseur et désaturateur
- un groupe moteur alternateur, destiné à produire le courant alternatif à 500 périodes pour alimenter l'ozoneur
- un groupe moteur pompe pour la mise en charge de l'eau à stériliser sur l'émulseur.
- un dessiccateur et un groupe moteur - ventilateur, le dessiccateur ayant pour but d'abaisser le degré hygrométrique de l'air envoyé aux ozoniseurs. La vapeur d'eau de l'air est absorbée par le chlorure qui se dissout en partie. La circulation de l'air à travers le dessiccateur est assuré par un groupe moteur ventilateur,

Consommations : généralités.

Cette description succincte des diverses phases de traitement de l'eau, nous montre combien sont complexes les installations d'épuration. Il est vrai que depuis la mise en service de la première station, bien des progrès ont été réalisés : la décantation des 160 m³ d'eau en 1925 se faisait dans des bassins non couverts, alors qu'aujourd'hui, toutes les phases de la filtration ou de la décantation sont réalisées dans d'immenses salles fermées. Actuellement, la station fournit à la ville de Châtellerauld les 8000 m³ d'eau journaliers qui lui sont nécessaires, cette quantité pouvant même s'élever à 13.000 en été, soit une moyenne de 300 litres par jour et par personne. Il suffit d'ailleurs d'observer le relevé des consommations depuis une dizaine d'années, pour se convaincre de l'augmentation des besoins.

Cet accroissement des besoins, joint à l'extension de la cité et des abonnés au service de distribution, a entraîné une augmentation considérable de la longueur du réseau. De quelques dizaines de kilomètres en 1925, il est passé à plus de 140 en 1967. Pour faire face à la consommation aux heures de pointe, il a fallu mettre en réserve l'eau épurée dans d'importants réservoirs, qui quadrillent judicieusement l'agglomération, comme le montre le schéma. En période de pointe ou d'excessive consommation, chaque châtelleraudais est ainsi assuré d'avoir à sa disposition l'eau dont il a besoin. Les réservoirs sont

Piétards	2 de 1000 m ³
La Croix merlet	2 de 1000 m ³ 1 de 1500 m ³
Les Hautes Perrières	1 de 500 m ³
Le Roc les Minimes	2 de 100 m ³ 1 de 150 m ³

projet de 1 de 1500. m³

Nous avons représenté en pointillé les réservoirs projetés, qui devront renforcer encore les réserves dans les années futures.

Ce bref exposé des différents traitements subis par l'eau de la Vienne, au cours de son passage dans la station d'épuration, peut laisser le consommateur surpris d'apprendre que son eau de boisson est soumise à tant de manipulations : floculation, décantation, filtration, stérilisation, neutralisation. Peut-être aura-t-il la nostalgie de ces eaux fraîches, apparemment pures, qui descendent en cascades jaillissantes des torrents alpins

CONSOMMATION D'EAU TRAITEE

en m³

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pompage Annuel
1958	73100	66300	78400	85500	101800	100610	97020	100990	95060	82300	68800	74400	1 024 180
1959	73100	70400	81700	89000	98700	128200	179100	157900	120000	107100	80100	82100	1 267 500
1960	78600	79700	87100	90900	123600	155300	139300	104900	104300	94600	89100	87300	1 234 700
1961	89600	80800	101500	101700	134200	148700	160900	183400	166900	111900	98900	98000	1 476 500
1962	106600	100300	115300	119700	132300	188000	192100	200000	157200	145600	131300	126700	1 715 100
1963	117900	141700	175400	154500	180900	185850	206400	155000	164500	162400	138000	139300	1 921 850
1964	141900	140000	150500	157000	176400	215100	264200	197100	169100	160900	142400	145350	2 059 950
1965	142750	129740	152350	154090	185360	197600	200170	158350	161620	143440	135940	143150	1 904 560
1966	146840	133520	153090	150840	185800	221900	200100	198800	212600	167800	165900	171600	2 105 790
1967	167600	151200	176000	166300	187000	246700	291100	213500	173450	172600	159300	155600	2 260 350
1968	161600	147370	161330	164800	185670	229620	236910	169110	174110	192040	188570	188640	2 209 770
1969	191830	170490	181550	182520	204850								

PORTAIL ROUGE



LE ROC

2 x 1.000 m³

(Projet de 1.500 m³)

LES HAUTS
PERRIERES



500 m³

LA CROIX MERLET

2 x 1000 m³

1 x 1500 m³

LA CROIX DE PIETARD

2 x 1.000 m³

FORET CHATELLERAULT



2.000 m³



CENTRE VILLE

LES RENARDIERES

LA PLAINE D'OZON

Peut-être sera-t-il tenté de faire sienne les paroles un peu amères de Le Strat, qui concluait une conférence sur les procédés de correction des eaux par ces mots : " Pourtant, il est quelqu'un que l'on n'abuse pas facilement, c'est le consommateur. Son palais ne le trompe pas, et, comme l'amateur de bon vin, il sait distinguer la bonne eau de source d'appellation contrôlée, de l'eau de consommation courante, produit de savants coupages ".

Espérons que les chatelleraudais continuerons d'apprécier leur eau de table, malgré son origine fluviale.

A cette station qui assure l'alimentation en eau potable de la ville, soit 2 millions de m³ par an, on doit ajouter une station de pompage et de distribution d'eau industrielle qui fournit aux entreprises de la zone industrielle nord Z.I.N. l'eau qui leur est nécessaire. Comme l'indique l'arrêté du 7 Janvier 1959, on entend par eau réservée à l'usage industriel " toute eau qui n'est pas susceptible, au cours d'un cycle d'utilisation, d'avoir un contact quelconque avec un produit alimentaire ". Cette eau réservée à usage industriel, est pompée directement dans la Vienne, en aval de la cité et ne subit aucun traitement. Le débit est environ de 250 m³/heures. Les pompes travaillent en moyenne 10 heures par jour. La mention " eau non potable " est obligatoire sur les prises d'eau et toute usine doit posséder deux canalisations distinctes. D'ailleurs, la circulaire du 15 mars 1965 recommande " lorsqu'on sera amené à employer un double réseau, il faudra prendre les dispositions permettant d'éviter toute confusion entre l'eau d'alimentation et l'eau destinée à d'autres usages (industries), et, en particulier pour s'opposer à la mise en communication des deux natures de conduites d'eau. La pression de service dans le réseau d'alimentation sera systématiquement supérieure à la pression dans le réseau d'eau non potable, et les canalisations d'eau non potable doivent être entièrement distinctes et apparemment différentes des canalisations d'eau potable conformément aux dispositions du règlement sanitaire départemental.

On voit donc que cette station a pour avantage d'éviter le gaspillage de l'eau traitée et purifiée, qui est alors réservée exclusivement à l'usage domestique.

EPIDEMIOLOGIE

Selon Hippocrate, " il faut juger des eaux par la santé des habitants des lieux où l'on en use". C'est la raison pour laquelle il nous a semblé intéressant de réaliser une brève enquête épidémiologique.

I - Etude épidémiologique : Généralités

Au cours de toute statistique, l'enquêteur est aux prises avec de nombreuses difficultés, mais lorsqu'il aborde les problèmes de santé publique, les obstacles deviennent encore plus ardues. Malgré la prescription légale de déclaration obligatoire, de nombreux cas restent inconnus des services sanitaires. A la méfiance de la famille du malade, s'ajoute souvent la difficulté de poser un diagnostic certain : il ne faut pas oublier que la prescription souvent précoce d'un arsenal thérapeutique important peut créer une symptomatologie atypique et perturber, ou même négativer certains examens complémentaires nécessaires au diagnostic - chacun sait qu'on ne verra pas apparaître d'agglutinines O chez un malade présentant une fièvre typhoïde, et traité précocement par le Chloramphénicol, alors que normalement, l'apparition des agglutinines O vers le 10ème jour signe la réaction sérique. Par contre, on observera à partir du 12ème jour des agglutinines H. Le diagnostic ne pourra être posé que par une augmentation significative du titre des agglutinines H au cours de deux examens faits à quelques jours d'intervalle. On voit ainsi combien délicate est la tâche de l'Hygiéniste, et combien risquent de pêcher par défaut les enquêtes épidémiologiques

les plus sérieuses. Métadier, s'enquérant des épidémies hydriques à Tours, disait : " avant 1902, il n'était établi aucune déclaration de maladies contagieuses et depuis cette époque, les médecins se soumettent assez peu à l'article 5 de la loi du 15 Février." (29) Les temps n'ont pas changé, et les enquêtes épidémiologiques restent toujours entachées d'erreurs.

On a pu dire que la morbidité et la mortalité d'une ville s'améliorent à mesure que la quantité et la qualité de l'eau deviennent meilleures. C'est ce que nous nous efforcerons de mettre en valeur, essayant tout d'abord de préciser quels sont les germes, virus, parasites susceptibles d'être véhiculés par l'eau et, ainsi de produire des épidémies hydriques. En effet, si le rôle de certaines entérobactéries est démontré - salmonelles, shigelles, colibacilles, vibrions -, il n'en est pas de même pour d'autres micro-organismes (virus, parasites). Après avoir prouvé, toujours avec difficultés, l'origine hydrique d'une épidémie, l'hygiéniste doit étudier le mode de propagation et l'importance de l'épidémie. Comme les salmonelles représentent le type même de germes susceptibles d'être véhiculés par l'eau, nous ferons une étude particulière de l'épidémie typhique. A notre enquête auprès des services administratifs de la Direction de la Santé, nous ajoutons une étude de l'état sanitaire de l'armée, à Chatellerault, à la fin du siècle dernier. Elle dénote bien les problèmes d'hygiène que rencontraient les corps d'armée pour s'approvisionner en eau potable.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les utilisateurs châtelleraudais n'eurent à leur disposition, jusqu'en 1925, que l'eau de la Vienne livrée à l'état brut. De nombreux habitants, conscients des dangers représentés par une eau souvent polluée, purent faire installer des filtres de Chamberland à partir de 1886.

Pour lutter contre l'endémie typhique qui sévissait à l'époque, le système de filtres fut aussi préconisé, à partir de 1888, dans les casernes. Le Ministre de la guerre, de Freycinet, adressait le 30 Mai 1888 la lettre circulaire suivante à tous les généraux commandants de corps d'armée:

" Mon cher Général,

La mauvaise qualité des eaux servant à l'alimentation est considérée comme une des principales causes des épidémies de fièvre typhoïde ; il y a donc le plus grand intérêt à connaître dans quelles conditions exactes se trouve placée la troupe, au point de vue de la consommation en eau potable. En conséquence, j'ai l'honneur de

vous prier de vouloir bien donner des ordres au Directeur du service de Santé de votre corps d'armée pour qu'il soit procédé, dans le plus bref délai, à une étude approfondie de la qualité des eaux d'alimentation dont les corps ou détachements placés sous vos ordres sont appelés à faire usage.

Vous voudrez bien, ensuite, m'adresser un rapport détaillé à ce sujet ; ce rapport attestera, pour chaque établissement militaire occupé en permanence, la bonne qualité de l'eau mise en consommation et, dans le cas où cette qualité laisserait à désirer, il devra préciser les mesures qui permettraient de remédier aux inconvénients signalés.

C. de Freyssinet

" (29)

L'année suivante, le service de santé étudia la fréquence des cas de typhoïdes dans le 9ème corps d'armée dont dépendait la garnison de Châtellerault. On peut y relever les chiffres suivants :

	1884	1885	1886	1887	1888
Poitiers	7	18	24	4	4
Angers	8	14	22	14	9
Tours	45	66	64	73	55
Niort	6	6	51	71	6
Châtellerault	3	25	17	15	16

Cette enquête épidémiologique montre combien la garnison chatelleraudaise était éprouvée. C'est, d'ailleurs, pour remédier à cet état endémique, qu'en Juin 1889, le ministre de la guerre demandait une analyse microbiologique de l'eau de toutes les garnisons. Les épidémies de typhoïdes qui se succédèrent en France, dans de nombreuses garnisons, suscitèrent même une interpellation au Sénat. L'Académie de Médecine, dont l'avis fut sollicité pour essayer de trouver une panacée, devait déclarer : " La première et la meilleure mesure prophylactique contre l'invasion des maladies dont le germe peut être véhiculé par l'eau est assurément, de doter toutes les garnisons d'une eau de source pure et de bonne qualité, bien captée, bien protégée et bien surveillée, de façon à éviter toute chance de contamination, même passagère. Quand ces conditions sont remplies, il devient inutile d'avoir recours à un moyen quelconque de stérilisation de l'eau, si ce n'est de façon temporaire, en cas d'accident." (29)

Ces sages conseils de l'Académie de Médecine auraient pu être étendus à tous les utilisateurs chatelleraudais, tellement la qualité

de l'eau laissait à désirer. Hélas, tous les habitants ne pouvaient bénéficier d'une eau de source comme le recommandait l'Académie ! Il fallait donc se tourner vers la solution la plus rationnelle : l'utilisation de la Vienne, tout en essayant de corriger les caractéristiques chimiques ou bactériologiques de l'eau par des artifices de valeur parfois discutable.

2) Etude des différents germes responsables des maladies d'origine hydrique.

a) La FIEVRE TYPHOIDE étant des maladies épidémiques celle qui trahit le plus souvent l'origine hydrique de ses manifestations ", études en les caractères épidémiques.

Les recherches d'un cycle de l'élimination fécale des bacilles typhiques, " au cours de la phase aiguë de la dothièntérie ", ont montré, à la suite des travaux de Sédaillan et Bertoye, que " l'apparition des germes se fait dans les selles entre le 13ème et le 21ème jour après le début de la maladie, soit environ vers la fin du 2ème septennaire ou le début du 3ème."

Ces constatations ne correspondent pas exactement aux études expérimentales de Lavergne, qui le place au 5ème jour, ou à ceux de Topley et Wilson, pour qui les bacilles d'Éberth seraient dans les selles la 1ère semaine, avec augmentation des cultures positives jusqu'à la fin de la 2ème semaine. " La présence du germe pendant 4 à 10 jours, en moyenne 6 jours, dans les selles correspond à un vrai cycle du germe dans l'intestin. On peut invoquer la concurrence microbienne avec le colibacille, ce dernier momentanément submergé par une élimination brusque de bacilles typhiques par la bile vers le 15ème jour, redeviendrait prédominant dès que les bacilles typhiques deviennent rares. " (38) Cette étude a le mérite de montrer la persistance limitée du germe dans les selles des malades - exception faite des porteurs de germes - Les bacilles typhiques et paratyphiques arrivent donc à l'eau de surface par des déjections provenant de malades ou de porteurs de germes directement déposés sur le sol ou dans les cours d'eau. Les déjections sont transportées dans les réservoirs insuffisamment protégés. La durée de survie des germes est variable. Une étude expérimentale réalisée par Guélin dans " des bassins disposés en plein air, et, par conséquent, dans des conditions se rapprochant des conditions naturelles", montre la disparition assez rapide du bacille d'Éberth, surtout dans la couche superficielle ; par contre le bactériophage persisterait plus longtemps et serait décelé en quantité considérable, même au cours du deuxième mois de la contamination. D'après Guélin, il semblerait que la détection du bactériophage typhique Vi dans les eaux, " permette d'affirmer que cette eau a été polluée par le bacille typhique " (38).

Années	Mois												total Chateller.	total Vienne
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1951											1	1	2	
1952				2		6	3	3	2				16	32
1953	1			1		2		1	2				7	19
1954		1	1			8	3		1				14	21
1955						1							1	41
1956								1			1	1	3	
1957	1		1							2			4	19
1958			1						1				2	13

Statistiques des cas de typhoïdes observés
à Chatellerault et dans la Vienne

Années	Mois												total Chateller.	total Vienne
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1959													0	17
1960				1					1				2	5
1961													0	6
1962						1							1	5
1963													0	4
1964													0	18
1965													0	3
1966									7		1		8	37

Dans les centres urbains, on observe des cas sporadiques ou des poussées épidémiques qui apparaissent en été et en automne, selon des modalités variables (poussée brusque avec atteinte massive, mais de courte durée, ou développement insidieux avec cas éche-
 lonnés) - les épidémies de fièvre typhoïde constituent des explo-
 sions momentanées, mais la maladie subsiste dans bien des villes à
 l'état endémique. Cette persistance est, comme les épidémies, en re-
 lation avec l'eau de boisson, relations moins nettes et moins directes,
 mais non moins certaines. Ces deux types épidémiques, se retrouvent
 à Châtellerault. C'est en général en état endémique, avec quelques
 cas isolés, disséminés sur une grande partie de l'année. Parfois, comme
 en septembre 1966, on assiste à une poussée assez brusque de ty-
 phoïdes : les cas se multiplient dans un groupe d'immeubles ou dans
 différents quartiers, sans lien apparent. Les résultats bactériologiques
 des coprocultures et des hémocultures laissent apparaître que l'agent
 en cause est le plus souvent représenté par *Salmonella typhi* para B,
 plus accessoirement par *ebertella typhosa*. Enfin, une enquête démo-
 graphique montre souvent une atteinte préférentielle des jeunes en-
 fants et des nourrissons. Pour ces derniers, qui ne consomment pas
 d'eau de distribution, l'origine hydrique paraît peu probable. On doit
 enfin noter que ces poussées brusques de fièvre typhoïde - automne
 1966 pendant un mois de septembre particulièrement chaud - se re-
 trouvent avec une égale intensité dans des centres urbains voisins,
 tels que Poitiers. (il faut signaler que l'alimentation en eau de Poi-
 tiers n'est pas réalisée avec les eaux de la Vienne). La lecture des
 tableaux montre un état endémique de typhoïdes pour la ville de
 Châtellerault. On observe une recrudescence des cas pendant les mois
 d'été - ou même en automne, comme ce fut le cas en 1966 - Si
 l'on ne peut affirmer l'origine hydrique avec certitude, on doit re-
 chercher une autre origine. Comme l'indiquait Sédailan, " Si on est
 en présence d'une atteinte brusque et si les enfants sont de préféren-
 ce atteints, on cherchera si le lait n'est pas en cause. " - Mais, dans
 la pratique, c'est toujours vers l'eau qu'on se tourne en présence
 d'une épidémie typhique. C'est ainsi qu'on cite souvent l'exemple de
 cet ouvrier qui, atteint de fièvre typhoïde, réparait des galeries re-
 liant les réservoirs d'eau de la ville de Catheram ; pendant plus de
 15 jours, il souilla la galerie dans laquelle il travaillait. Les réservoirs
 contaminés à leur tour, il en résultat une épidémie typhique dans un
 grand nombre de maisons desservies par le réservoir contaminé. Par
 contre, les habitants alimentés par d'autres eaux ne subirent aucune
 contamination. Cet exemple, bien qu'ancien, puisqu'il date de 1878,
 prouve que le bacille d'ebert peut être véhiculé par l'eau. Des épi-
 démies de même origine apparues dans différentes villes - Bar le Duc
 1899, Besançon 1886, Nancy, Lyon 1929 - ont permis de mettre en
 évidence le rôle de l'eau dans la dissémination de l'épidémie typhique.

Parmi les causes éventuelles de typhoïdes, on ne doit pas oublier le rôle des légumes et des fruits consommés crus. Arrosés par des eaux de puits ou même de puisards, lavés parfois avec des eaux douteuses, ils sont livrés ainsi à la consommation.

Il en est de même des coquillages, qui sont susceptibles d'être contaminés par des salmonelles ou d'autres bactéries. C'est ainsi que Fauvel, dans une étude de la pollution bactérienne des eaux et des coquillages de l'étang de Thau, montre que la chair des moules prélevées dans la zone côtière d'élevage présente une pollution plus forte, du fait de la concentration des germes dans leur eau intervalvaire et dans leur tube digestif.

Des observations réalisées sur des coquillages pêchés dans l'étang (moules, huîtres, palourdes, clovisses), montrent une importante contamination. L'exemple de l'étang de Thau n'est pas un cas particulier, mais représente un des très nombreux points d'élevage contaminés. On voit que les risques de contamination pour la conchyliculture ne sont pas à négliger. On envisagerait même, dans des délais plus ou moins longs, " une épuration rationnelle périodique, sinon continue, de certains produits d'élevage " (35)

On voit que l'Hygiéniste en étroite collaboration avec les différents services techniques (ponts et chaussées, laboratoires), aura à résoudre des problèmes souvent délicats.

Cette étude épidémiologique des salmonelloses pourrait laisser croire que toute analyse bactériologique de contrôle englobe la recherche du bacille d'Éberth et des salmonella typhi para A et para B. Or, " la recherche des germes pathogènes dans l'eau rencontre deux difficultés essentielles : le petit nombre de ces microbes en circulation, et l'envahissement des milieux de culture par les saprophytes, beaucoup plus abondants. Il est donc nécessaire ;

- 1 - de concentrer tous les microbes d'une assez grande quantité d'eau.
- 2 - de s'adresser à des milieux de culture sélectifs, qui favorisent le développement de telles ou telles espèces pathogènes et bloquent en même temps celui des saprophytes." (7)

Les chances d'isoler des bacilles d'Éberth sont donc très minimes, même en mettant à profit la technique des membranes filtrantes qui s'efforce de répondre à ces deux impératifs puisqu'on

utilise jusqu'à 1 litre d'eau. C'est la raison pour laquelle Sédailan et Sohier dans leur précis d'épidémiologie écrivent : " il n'est pas utile de rechercher dans l'eau les bactéries pathogènes. Cette recherche est le plus souvent négative lorsqu'elle concerne le bacille de la fièvre typhoïde, car, lorsque les premiers cas sont observés, ces microbes ont déjà disparu dans l'eau. L'intervalle de 14 jours qui sépare la contamination éberthienne de l'eau et la fin de l'incubation de la fièvre typhoïde, sont amplement suffisants pour que les bactéries pathogènes aient terminé leur transit hydrique. Ces pollutions éberthiennes de l'eau, sont en effet, transitoires (disparition par concurrence vitale ou éventuellement action des bactériophages), et ce que l'analyse recherche, c'est une éventualité permanente plus que leur existence à un moment précis." (38)

Ainsi, on établit la potabilité d'une eau que l'on se propose de surveiller, en s'assurant de l'absence dans cette eau de bactéries témoignant d'une pollution fécale.

" Hôte normal de l'intestin, la présence de bactéries fécales dans une eau, et, surtout, les variations subites du taux, sont les indices incontestés de la contamination fécale, donc de l'éventualité d'un passage transitoire de bacille typhiques ou cholériques dans cette eau." (38) C'est la raison pour laquelle nous avons cherché à mettre en évidence, au cours des essais bactériologiques, des germes tests de contamination fécale plus communs que les germes pathogènes, plus faciles à isoler et à dénombrer.

b) ORIGINE VIRALE ET PARASITAIRE

Le rôle des virus dans les épidémies hydriques, n'a pu être prouvé avec autant de certitude que celui des salmonelles. Cependant il est classique de citer, d'une part, les picornavirus qui englobent les anciens entérovirus à habitat intestinal (virus poliomyélitique, coxsachie et echo.), et, d'autre part les réovirus isolés par Sabin de selles diarrhéiques d'enfants, et longtemps confondus avec les entérovirus. L'un et l'autre sont responsables de diarrhées infantiles estivales, à allure sporadique, fort fréquentes à la fin de l'été et au début de l'automne.

1) L'épidémiologie POLIOMYELITIQUE est marquée par "son caractère saisonnier (été) et l'existence de pics épidémiologiques (plus spécialement les années chaudes et sèches) Ce caractère tend à s'atténuer dans les pays où l'affection devient endémique étant donné l'élévation croissante du nombre de cas dans le monde et l'augmentation graduelle des cas enregistrés dans les années et les saisons interépidémiques.

- L'ascension de l'âge moyen des malades (France en 1930 : 95 % des malades ont moins de 10 ans ; en 1944 : 44 % seulement)
- L'absence apparente de corrélation entre les cas, bien que la contagion ne puisse faire de doute.
- Le fait que le virus suit l'homme dans ses déplacements, ce qui rend improbable le rôle d'un hôte intermédiaire.
- La constance de l'élimination fécale du virus chez les malades, et l'existence de porteurs sains, éliminant le virus par l'intestin pendant une durée qui peut atteindre plusieurs mois". (12)

" La constatation du virus dans les eaux d'égouts, dans des lacs et étangs, chez les mouches, la connaissance d'épidémies où le virus est transmis par le lait ou le beurre, viennent renforcer les arguments avancés par Kling, en faveur de la transmission par la voie digestive, celle-ci pouvant avoir lieu soit indirectement par des aliments contaminés, soit directement par contact inter-humain, ce dernier jouant un rôle primordial dans les foyers familiaux où les infections évoluent sur un groupe d'individus réunis par des conditions de vie commune". (12) On voit que l'origine hydrique, si elle existe, n'est sans doute pas unique. Kling a essayé de prouver cette origine, mais, les caractères épidémiologiques de la poliomyélite ne sont pas ceux des épidémies d'origine hydrique, si l'on s'en tient à la dispersion des formes paralytiques. On n'a pu encore apporter la preuve formelle de l'origine hydrique, quoique la dispersion fécale du virus et sa présence dans l'eau soient en sa faveur.

En rapportant une épidémie de poliomyélite en 1944-1945, dans un faubourg de Stockolm, à Vastberger, Kling a montré que " l'épidémie cessa après que les autorités sanitaires eurent pris les mesures nécessaires pour une stérilisation supplémentaire de l'eau par un excès de chlore. " Si le rôle de l'eau, véhicule du virus reste encore discuté, celui des boues et des eaux d'égouts paraît à peu près certain. Dans la même étude que précédemment, Kling conclue que les eaux d'égouts ont hébergé et transporté l'ultragerme poliomyélique."

Plus près de nous, Foliguet a montré que " les égouts, réceptacles obligés des exonérations humaines, constituent bien un réservoir de virus permanent particulièrement important. " Les rivières réceptacles de choix habituels pour les eaux d'égouts,offrent une contamination qui,sans être massive,apparaît tout aussi évidente". D'après une récente étude réalisée en Meurthe et Moselle par cet auteur, on

observe une fluctuation saisonnière de la contamination virale, avec prédominance pendant les mois de Mai à Novembre des virus echo, polio, et coxsachie B, en particulier de type B 5, ce qui s'explique par l'écologie particulière aux virus." (16)

L'enquête épidémiologique que nous avons réalisée à Châtelleraut semblerait indiquer que les cas de poliomyélite sont rares. Là encore, les statistique officielles pèchent par modestie. D'ailleurs, l'eau ne semble pas être à l'origine des rares cas de poliomyélites enregistrés. Actuellement, on recherche plutôt la contagion dans certains aliments comme les laits non pasteurisés, les beurres. et l'on insiste sur le rôle des mouches comme vecteurs.

Enquête épidémiologique.

Poliomyélite :

1953	17 cas
1954	16 cas
1961	16 cas
1962	1 cas
1963	3 cas
1964	2 cas
1965	2 cas

2) LES PARASITES

En plus des germes et des virus, on ne doit pas oublier comme source de contamination les parasites.

Certaines eaux stagnantes-étangs, barrages - contaminées par des déjections animales peuvent contenir des oeufs de parasites : on cite classiquement les oeufs de taenia solium - les larves - rédies et cercaires de douves - Dans les pays chauds, on signale l'ingestion possible d'amibes sous formes de kystes, véhiculés par l'eau, l'infection par les oeufs et les larves de bilharzies ou par les oeufs de filaires.

Plus intéressants sont les agents des leptospiroses qui sont susceptibles d'être véhiculés par les eaux. Le rôle de l'eau est certain malgré les grandes difficultés rencontrées pour y déceler le parasite (la question des leptospiroses aquicoles non pathogènes et de leurs rapports éventuels avec la leptospirose ictérohémorragique par modification de la virulence, reste discutable).

Nous avons pu observer un cas de leptospirose en Août 1966. Le malade, cultivateur de 41 ans, fut hospitalisé pour suspicion de salmonellose. Devant l'ictère flamboyant et les signes cliniques, un séro-diagnostic de leptospiroses fut demandé. Le résultat devait montrer des agglutinines sériques au taux de 1/1000 contre le sérogroupe australis plus particulièrement sérotype bratislava. Suivi régulièrement depuis sa convalescence, il présente encore des agglutinines au 1/500. Là encore, il est bien difficile de prouver la contagiosité de l'eau du puits qu'il utilisait, mais il est fort possible qu'il y aie une souillure animale - contact éventuel avec des porteurs, à moins que le malade n'ait été blessé ou contaminé directement par un animal porteur de leptospiroses.

SURVEILLANCE

DE L'ALIMENTATION EN EAU

La pollution d'un cours d'eau peut être définie comme toute modification de la composition ou de l'état de ses eaux, provoquée directement ou indirectement par l'activité de l'homme. Les eaux livrées à la consommation doivent donc être soumises à une surveillance régulière, pour contrôler les modifications des qualités physiques, chimiques et bactériologiques. Il est rappelé dans les articles 22 et 23 du code de la santé publique relatif à la protection des eaux potables, que l'organisme chargé d'une distribution d'eau doit fournir une eau bactériologiquement et chimiquement pure et doit prendre les dispositions pour qu'il en soit toujours ainsi, c'est-à-dire, surveiller constamment l'eau livrée à l'utilisateur. Lorsqu'il s'agit d'eaux de surface (rivières, barrages), la surveillance de l'alimentation, pour être efficace, doit s'exercer sous trois aspects complémentaires :

- 1 - avant le captage : surveillance de la pollution de la rivière
 - 2 - après le captage : surveillance de la bonne marche de la station d'épuration et recherche des contaminations possibles dans le circuit de distribution.
 - 3 - enfin, étude des qualités physiques, chimiques et bactériologiques des eaux de distribution, selon le type d'analyse envisagé.
-

A - SURVEILLANCE DE LA POLLUTION AVANT LE CAPTAGE -

En amont du captage, la surveillance des déversements d'eaux usées, contribuant à la pollution des eaux superficielles, doit être rigoureuse. On doit dégager un périmètre de protection, et localiser les déversements d'eaux usées ou de produits contaminants susceptibles d'entraîner la pollution au niveau du captage. C'est donc de la coopération efficiente des hygiénistes, des pouvoirs publics et des industriels soucieux du bien public, que va dépendre la salubrité de l'eau à son arrivée au point de captage. Comme le précisait Seigneurin, " ces problèmes d'hygiène locale sont également des problèmes d'hygiène générale, intéressant non seulement l'hygiéniste et le bactériologiste, mais aussi les autorités publiques, sanitaires et administratives, car ce sont elles qui devront prendre les mesures d'épuration des eaux. Grâce aux efforts conjugués de tous, un jour peut être, nos fleuves et rivières ne seront plus des égoûts à ciel ouvert ". (39)

L'étude du projet d'alimentation en eau de la ville de Chatellerault, par les eaux de la Vienne, ayant été réalisée de 1880 à 1952, date de l'installation de la première usine d'ozone, il ne nous a pas été possible de retrouver trace d'un quelconque périmètre de protection, malgré nos recherches auprès des services intéressés (bureau d'hygiène, compagnie d'exploitation, service des ponts et chaussées, archives départementales). Il est vrai qu'à cette époque, les règlements sanitaires étaient sans doute moins stricts et que les pollutions des rivières étaient beaucoup plus faibles. Nous ne ferons que citer la conclusion du rapport géologique du professeur Welsch de Poitiers : " Les eaux de la Vienne ont reçu toutes les eaux résiduelles de la région. On jette trop souvent dans les rivières tout ce dont on veut se débarrasser ; en nombre de points les cabinets d'aisance sont sur les ruisseaux qui emportent tout. De plus, le Clain à Poitiers reçoit la majeure partie des résidus d'une ville de 40.000 habitants. Je sais bien que les végétaux aquatiques et le pouvoir abiotique de la lumière entrent en action, et que la purification du Clain est déjà grande à quelques kilomètres de Poitiers. Malgré cela, l'eau est très impure à Chatellerault ... " (41) Dans la législation actuelle, le décret ou l'arrêté portant déclaration d'utilité publique détermine un périmètre de protection contre la pollution du cours d'eau à utiliser. Sur tous les terrains inclus dans ce périmètre, est pros crit l'épandage d'engrais humains organiques et chimiques. Peut être, devant la détérioration sans cesse croissante de la qualité de l'eau de la Vienne, les édiles chatelleraudais demanderont-ils l'établissement d'un périmètre de protection pour les ouvrages de captage existants. Malgré les moyens importants mis en oeuvre à Chatellerault, pour épurer l'eau de la Vienne une enquête sur les déversements urbains et industriels s'avèrerait nécessaire et intéressante pour connaître le degré de pollution de la

Vienne à son entrée dans l'agglomération chatelleraudaise et la nature de ces pollutions. Etudions de façon succincte quelques causes de contamination.

1 - Contaminations urbaines :

Les eaux urbaines peuvent être constituées par les eaux de ruissellement ou eaux vannes les moins souillées, et rejetées dans les cours d'eau sans modification. A l'opposé, les eaux domestiques ou eaux résiduares sont chargées de toutes les souillures des collectivités. Dès le 15 Février 1902, une loi de salubrité publique et d'hygiène précisait qu'il était interdit de déverser directement ou indirectement dans les rivières aucune matière excrémentielle. " Depuis, cette législation a été renforcée par de nombreux autres arrêtés, et, en particulier, par la circulaire du 12 Mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations. De nombreuses localités ont adopté des projets d'assainissement et s'efforcent de les mettre en application. Il en résulte que les eaux domestiques ne peuvent plus être rejetées dans les cours d'eau qu'après un traitement épurateur préalable.

L'observation de la carte géographique nous montre peu de bourgades situées en amont, sur la Vienne et le Clain : Cenon, Vouneils ne sont que des villages. Poitiers, plus loin, possède une remarquable station d'épuration. Les autres villes plus éloignées n'influencent pas la qualité de l'eau, car il se produit une autoépuration spontanée qui est fonction du débit de la rivière et de son régime. C'est donc en période d'étiage que les pollutions risquent d'être les plus grandes. Ces pollutions domestiques restent cependant faibles, si l'on compare avec d'autres rivières. La Seine, qui arrive à recouvrer la pureté à 80 kilomètres en aval de Paris, véhicule à sa sortie de la capitale presque autant d'eau de provenance résiduelle - égoûts industriels et domestiques - que d'eau de provenance naturelle On voit que les problèmes de captage d'eaux d'alimentation sont donc liés de très près à ceux d'épuration des eaux usées.

2 - Contaminations Industrielles :

De tout temps, la présence de l'eau a conditionné l'implantation d'industries. Il suffit de se rappeler la création des premiers ateliers de tannage de peau, de rouissage du chanvre et du lin, ou de cardage des laines en des points où l'eau était abondante. De même, les qualités reconnues de façon empirique pour certaines eaux, devaient permettre l'essor d'industries prestigieuses : la coutellerie à Thiers, grâce aux eaux de la Durolle, l'aciérie et l'armurerie dans la région stéphanoise, grâce aux qualités particulières des eaux du Furens.

L'industrie du papier offre un autre exemple éloquent. Au XIX^{ème} siècle les découvertes dans le domaine de la mécanique et de l'électricité devaient donner un nouvel essor à l'énergie motrice fournie par les eaux de barrage. Plus près de nous, les installations chimiques, pharmaceutiques, alimentaires ou atomiques n'ont pu se développer qu'auprès des réserves d'eau importantes. Il en résulte une consommation accrue et un double problème qualitatif et quantitatif se pose aux hygiénistes responsables des effluents. Des volumes d'eau considérables, utilisés par certaines industries, sont rejetés dans les rivières ou la mer. Il est classique de dire que la fabrication d'une tonne d'acier nécessite 150 m³ d'eau une tonne de papier 200 m³, la préparation d'un litre de bière jusqu'à sa mise en bouteille utilise près de 20 litres d'eau. Le consommateur ne médite jamais assez ces chiffres lorsqu'il déguste ce précieux liquide. Les industries, grosses consommatrices d'eau, rendent souvent à la nature des eaux très polluées qu'il sera difficile d'épurer. Cette masse d'effluents ne devrait d'ailleurs être rejetée à la rivière qu'après traitement physique ou chimique, la nature des traitements dépendant du type d'industries : neutralisation des eaux acides, alcalines ou ammoniacales, déférisation, déchloration, suppression d'éléments toxiques (fluor, plomb, cuivre cyanure, zinc .)

Le drame récent de la vallée du Rhin ou les riverains se sont vu menacés d'être privés d'eau par l'enpoisonnement du fleuve par les déchets d'une usine d'insecticides est une nouvelle preuve du danger que représente de tels effluents.

Si les effluents souillés par des déchets radioactifs doivent poser de délicats problèmes d'élimination aux hygiénistes du futur, les rivages de la Vienne, de l'Ozon, de l'Envigne n'ont pas à craindre encore de telles contaminations. Par contre ces eaux peuvent véhiculer des substances toxiques pour l'homme ou pour les animaux-cyanures, acides, chromates, phénols - Les eaux provenant d'industries laitières, riches en substances aminées et en ferments, restent toujours très difficiles à épurer. Certains ateliers travaillant avec des procédés artisanaux peuvent être source de contamination. C'était le cas des tueries, des ateliers d'abattage, des boyauderies que nous avons retrouvés en feuilletant les comptes rendus des séances du conseil départemental d'hygiène. Ainsi, on relève, rien que pour le mois d'avril 1925, plus de 3 interventions à la suite de pétitions de riverains du Tabary ou de propriétaires de puits qui craignent des pollutions pour leur eau d'alimentation.

Il en est de même des savonneries ou des industries utilisant des détergents et des agents moussants - ammonium quaternaire

anionique ou cationique - Ces détergents manifestent à la surface des eaux une mousse abondante et inesthétique, qui, par endroit peut devenir dangereuse pour la navigation fluviale. Les bases tensioactives des détergents classiques utilisés actuellement ne se dégradent pas en formant des savons calcaires insolubles dans les eaux de rivières, d'où persistance de ces amas floconneux sur de nombreux cours d'eau. Il en résulte un nouvel équilibre biologique de ces eaux souillées, et l'on assiste à une prolifération, parfois explosive, de certains microorganismes plus résistants, entraînant une modification irréversible de la flore et de la faune aquatiques. Enfin, ces détergents sont des agents mouillants très puissants ; en s'infiltrant, ils pénétreraient les nappes phréatiques provoquant un enfouissement dans le sol des réserves d'eau souterraine.

3 - Législation

C'est donc une législation sévère-telle qu'elle existe et qu'elle est appliquée en Allemagne Fédérale - qui doit être mise en oeuvre à l'encontre non seulement des industriels, mais aussi de tous les utilisateurs, depuis les services publics jusqu'aux ménagères qui consomment de plus en plus ces agents tensioactifs. Devant tous ces risques de souillure, le législateur exige une épuration préalable au rejet dans les rivières. L'eau épurée ne doit pas contenir plus de 30 mmgr de matières en suspension, doit présenter un test de putrescibilité au bleu de méthylène négatif après 5 jours d'incubation à 30°, et ne pas intoxiquer les poissons. C'est d'ailleurs, hélas, ce test physiologique de dose létale qui reste le test de référence, comme le montrent les nombreux procès intentés aux industries par les associations de pêcheurs, à la suite de morts massives de poissons ou d'alevins.

Peu d'industries déversent leurs eaux usées dans la Vienne à part Chauvigny et Bonneuil Matours.

Par contre, l'Ozon reçoit à Archigny les eaux résiduaires d'une importante laiterie. Il en est de même du Clain, près duquel se sont installées de nombreuses usines (métallurgie, coutellerie, laiterie, produits de transformation).

Enfin, l'Envigne, après avoir serpenté au milieu de sols qui " portent des cultures maraichères délicates : asperges, melons, fraises, oignons, petits pois et fèves, selon les saisons," vient se perdre dans la Vienne, juste en face du point de captage, après avoir longé quelques industries châtelleraudaises.

Citons, enfin, à quelques centaines de mètres en amont de la prise de captage, un important lieu de baignade très fréquenté pendant les mois d'été.

Cette brève énumération met en lumière tous les risques de contamination fluviale qui peuvent se produire en amont, ou sur les berges les plus proches du point de captage. Si les contaminations augmentaient trop, l'autoépuration ne pourrait plus se réaliser. Les différents facteurs qui entrent en jeu dans l'autoépuration : aération, brassage, action bactéricide de la lumière, sédimentation des particules solides qui entraînent les bactéries, concurrence vitale, seraient impuissants. Comme l'indiquait Colas, " il y a là un très grave danger sur lequel nous ne cessons d'attirer l'attention générale. On croit communément que les eaux de rivière pourraient être indéfiniment traitées, de façon à devenir potables, tout en s'abstenant de lutter contre les pollutions de toute nature qui les souillent de plus en plus. C'est une très dangereuse illusion, car, parvenues à un certain degré, certaines pollutions ne pourraient plus être éliminées (antibiotiques, hydrocarbures, matières radioactives) et l'on devra un jour renoncer au pompage en rivière " (9)

Pour lutter contre la pollution industrielle de l'eau des rivières - lutte d'intérêt national - il était souhaitable que riverains, industriels, hygiénistes, sociétés de pêche, se groupent en association de défense de bassin fluvial ; ce souhait a été réalisé par l'arrêté ministériel du 14 Septembre 1966 relatif aux circonscriptions des Comités de Bassins.

Chacun des six Comités de bassin comporte tous les départements alimentés par la rivière et ses affluents dont il doit assurer la protection. Dans le cas de la Vienne, c'est le Comité de bassin Loire-Bretagne, dont le siège est à Orléans qui en a la responsabilité. Ce comité de bassin est composé pour égale part de représentants : -

- des usagers et personnes compétentes
- des collectivités locales
- de l'administration.

" L'eau est un bien collectif si précieux qu'il importe de ne pas le dégrader, et de veiller à le protéger par tous les moyens." C'est dans ce but de protection, après les travaux effectués par la Commission de l'eau, que, le 16 Décembre 1964, a été promulguée, la loi " relative

au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution" qui met en demeure dans un délai de deux ans après sa parution d'établir un inventaire du degré de pollution des eaux superficielles " cours d'eau canaux, lacs et étangs appartenant ou non au domaine public " (9)

Des fiches doivent être établies pour chacune de ces eaux indiquant leur critères physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques. Il est prévu que ces documents " feront l'objet d'une révision périodique générale et d'une révision immédiate chaque fois qu'un changement exceptionnel ou imprévu affectera l'état de la rivière ".

D'autre part en vue de protéger plus efficacement les lieux de captage des eaux d'alimentation, l'article L 20 de la même loi du 16 Décembre 1964 précise qu'il doit exister trois sortes de périmètres de protection : " un périmètre de protection immédiate dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété ; un périmètre de protection rapprochée à l'intérieure duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes activités et dépôts ou installations de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux, et le cas échéant un périmètre de protection éloignés à l'intérieur duquel peuvent être réglementés les activités, installations et dépôts ci-dessus visés ".

Le décret N° 67 1093 du 15 Décembre 1967 précise que ces périmètres immédiats, rapprochés et suivant les cas éloignés, seront institués : " au vu du rapport du géologue et en considération de la plus ou moins grande rapidité de relation hydrogéologique entre les zones d'infiltration et le point de prélèvement à protéger ".

D'autre part on distingue maintenant les cours d'eau et lacs domaniaux groupant les cours d'eau lacs et canaux navigables et utilisés en vue d'assurer " les besoins en eau de l'agriculture, de l'industrie et l'alimentation des populations.

- Les cours d'eau non domaniaux qui doivent conserver un débit réglementé
- Les cours d'eau mixtes où l'usage de l'eau appartient à l'état et le lit aux riverains.

L'objectif de la Loi du 16 Décembre 1964, point de départ de toutes les réformes est donc de remédier au grave danger que représente la pollution de nos cours d'eau. Qu'elle soit efficace, doit être le désir de tous les consommateurs.

B - SURVEILLANCE DES EAUX LIVREES A LA CONSOMMATION

APRES EPURATION

Le traitement nécessaire à l'épuration d'une eau peut aller de la simple stérilisation à la mise en oeuvre de moyens nombreux de correction physique, chimique et bactériologique.

Pour assurer la qualité hygiénique des eaux livrées à la consommation, l'installation d'épuration doit être l'objet d'une surveillance très attentive. Les risques de défaillance dans le fonctionnement de la station sont, en principe, d'autant plus importants que l'épuration fait appel à des moyens de correction plus nombreux et plus compliqués.

Il convient de noter, en outre, que la composition chimique et bactériologique d'une eau soumise à la stérilisation peut varier dans le temps, et que, de ce fait, le taux de traitement doit lui-même varier afin de suivre l'évolution qualitative du milieu à traiter. C'est ainsi qu'à l'arrivée de l'eau à l'usine d'épuration, on étudie le ph, la dureté ; la turbidité. Le floculat est déversé en fonction des qualités de l'eau. A l'ozonisation est associée une javellisation en période basse eau.

Le laboratoire chargé du contrôle devra être parfaitement au courant de la nature des eaux brutes, de leurs possibilités d'évolution qualitative, du processus d'épuration auquel il est fait appel ; il sera informé régulièrement des variations de traitement et des incidents de fonctionnement constatés.

Différentes causes de contamination peuvent être découvertes, depuis la sortie de l'usine jusqu'au robinet de l'utilisateur. Il suffit du manque d'étanchéité, au voisinage d'un égoût, pour que la contamination ait lieu. C'est la raison pour laquelle la législation française prévoit une protection hygiénique du circuit de distribution des eaux, comme nous l'avons indiqué précédemment (périmètre de protection des canalisations croisement des tuyaux d'égoûts).

Les variations de niveau de terrain, dues aux affaissements, aux vibrations transmises (circulation, construction en profondeur) sont susceptibles de provoquer des fissures de certaines conduites anciennes (eaux résiduaires, eaux fluviales, eaux d'alimentation) Il peut en résulter une contamination locale du circuit de distribution.

Comme nous l'a montré l'exemple de Catheram, la pollution peut surgir au cours de travaux réalisés sur un circuit de distribution mais il est rare qu'un ouvrier, atteint de fièvre typhoïde, puisse, de nos jours, contaminer un circuit. Par contre, il est beaucoup plus fréquent de trouver des tuyaux souillés au cours de la pose ou de la réparation d'une canalisation. En effet, l'installation d'une canalisation dans des conditions d'aseptie parfaite s'avère impossible : " lors de la pose ou de la réparation des canalisations, celles ci sont souvent placées dans des tranchées détrempées et souillées d'immondices, qui pénètrent inévitablement dans les conduites. Parfois, afin de procéder aux essais d'étanchéité des tuyaux, on les remplit avec une eau quelconque, sans se préoccuper de la pollution massive qu'on y introduit." (15) Les microbes introduits dans la canalisation vont émigrer dans le circuit, d'où souillure possible d'une rue, ou d'un quartier. " Lorsqu'on procède au remplissage du réseau en vue de sa mise en service, les microbes introduits se répartissent dans l'ensemble des conduites et leur élimination par rinçage est aussi lente qu'incertaine." (15) Les moyens mis en oeuvre pour la stérilisation du réseau, après les travaux doivent être scrupuleusement suivis, et des analyses de contrôle devraient être effectuées, afin de s'assurer de la qualité bactériologique de l'eau livrée à la consommation.

Autre cause de souillure ; les raccords en particulier leur garniture de filasse, " dans laquelle une flore bactérienne importante risque de se développer. C'est la raison pour laquelle on préconise la désinfection du jute utilisé pour les joints de conduite avant la mise en place" (15) Au chlore, qui nécessite des titrages répétés pour vérifier la répartition uniforme dans toute la masse d'eau, il est souvent préféré, comme cela se pratique à Châtellerault, l'utilisation du permanganate en solution.

Les réservoirs eux même peuvent être le siège de contamination. " Il est recommandé de procéder au nettoyage et à la désinfection des réservoirs en tant que de besoin (généralement une fois par an), de façon à faire disparaître les dépôts divers : bactéries ou autres parasites, ainsi que les végétations susceptibles de communiquer à l'eau des saveurs désagréables." (15)

Ces quelques exemples montrent qu'une eau bactériologiquement pure à la sortie de l'usine, peut arriver contaminée chez l'utilisateur : réservoirs non entretenus ou insuffisamment entretenus, canalisations souillées, robinetterie et brise jet pollués par un développement de germes saprophytes ou même pathogènes (mycobactéries atypiques).

Il serait souhaitable pour le laboratoire de contrôle, de connaître assez exactement la topographie des canalisations de la ville, afin de localiser les points susceptibles d'être contaminés plus facilement et, ainsi, de surveiller très attentivement ces lieux de stagnation. C'est là notre vœu, afin que soit réalisée cette étroite collaboration entre les services techniques et le laboratoire, en vue de faciliter le contrôle de la surveillance hygiénique des adductions d'eau.

Pour éviter les nuisances, on devrait " substituer aux réseaux ramifiés, dans les canalisations desquelles l'eau circule toujours dans le même sens, des réseaux maillés, où l'écoulement peut se produire dans l'un et l'autre sens ; on éviterait les stagnations avec les inconvénients qu'elles impliquent (dépôts, végétations) et l'on assurerait une plus grande sécurité de distribution." (15)

Dans l'impossibilité de revoir nombre de canalisations anciennes, on ne peut que souhaiter que des prélèvements soient faits sur " des points judicieusement choisis, en particulier à l'extrémité des canalisations." (15)

C - CONTROLES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Generalites.

On distingue 3 types d'analyses d'eau :

- celles de type I, ou analyses complètes d'une eau inconnue, destinée à une distribution nouvellement aménagée ; elle comporte analyse physique, chimique et bactériologique complète.
- celle de type II ou de surveillance.
- celle de type III, dite de routine ou de surveillance réduite, que nous pratiquons de façon régulière, et qui comporte une étude chimique simple et une recherche bactériologique.

Ces contrôles physicochimiques et bactériologiques s'insèrent dans une législation des eaux de consommation qui s'est créée depuis la fin du 19ème siècle. En effet, c'est une circulaire du 29 Octobre 1884 qui rendait obligatoire l'examen de tout projet d'amenée d'eau par le Comité National d'Hygiène. Une circulaire ministérielle du 5 Septembre 1885 précisait les techniques chimiques à utiliser, avec examen microscopique direct. En 1889, était publié un rapport avec les analyses chimiques et bactériologiques à effectuer. En 1896 une méthode officielle de recherche du colibacille est indiquée. En 1899, on précise la détection du pouvoir pathogène des germes, en utilisant l'inoculation intrapéritonéale. C'est en 1902 qu'est enfin promulguée la loi sur le contrôle des eaux d'alimentation, complétée par les instructions du 12 Juillet 1924, Depuis de nombreux autres décrets sont venus renforcer la surveillance et les techniques de laboratoire permettant d'aboutir aux trois types d'analyses tels qu'ils existent actuellement,

C'est le décret du 1er Aout 1961 qui a établi la périodicité de ces analyses de contrôle, pratiquées sur les réseaux d'adduction. Elle est fixée par le Préfet sur proposition du Directeur départemental de la Santé. Leur nombre ne doit pas être inférieur à trois par an pour les réseaux d'adduction.

L'arrêté du 15 Mars 1962 prévoit différents cas :

1) Le nombre d'analyse est de trois par an :

- a) L'eau n'a pas subi de traitement, on doit faire ;

- une analyse type II ou " sommaire " sur l'eau prélevée à chaque point d'émergence au printemps et en été.
- une analyse type III sur la conduite de distribution en automne.

b) Si l'eau a été traitée, il est pratiqué :

- une analyse type II au printemps sur l'eau prélevée à l'émergence.
- une analyse type III en été et en automne sur l'eau prélevée en distribution.

2) Le nombre des analyses périodiques est supérieure à trois.

Les analyses supplémentaires, portant soit sur le réseau de distribution, soit immédiatement après la station de traitement sont du type III ; par contre, celles qui portent sur l'eau au point d'émergence sont du type II.

3) Une pollution est soupçonnée : on renouvelle alors l'analyse, sur un prélèvement effectué au même point, elle est en principe du type III, mais suivant le cas, une analyse type I ou II peut toujours être prescrite.

Telle est donc la réglementation actuelle à laquelle l'eau potable est soumise.

Etude chimique et physicochimique

Selon Rodier, la pollution peut se détecter du point de vue chimique par le dosage de l'azote ammoniacale, le dosage de l'azote total, la recherche des nitrites, le dosage des chlorures et l'oxygène consommé par les matières organiques.

En pratique nous effectuons sur chaque prélèvement le dosage des chlorures, une recherche des nitrites et de façon plus espacée un dosage de l'oxygène consommé par les matières organiques, en milieu acide.

a) Recherche des NITRITES

Nous utilisons les deux techniques au réactif de Griess et au réactif de Lombard Zambelli.

Résultats : D'après la législation française, la teneur en nitrites doit être nulle.

Dans tous nos échantillons nous n'avons jamais observé de nitrites. Leur origine pourrait être double : " ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme ; soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites doit être considérée comme suspecte." (36)

b) Dosage des CHLORURES

Sur chaque échantillon, il est effectué un dosage des chlorures comme l'eau ne contient pas de matières organiques et qu'elle est assez minéralisée, nous utilisons la technique de Morh.

Résultats :

Comme l'indique Rodier " ce qu'il importe de constater, c'est moins le taux absolu des chlorures que contiennent les eaux que la constance de ce taux." (36) En effet la législation française considère que la concentration en divers éléments ne doit pas dépasser certains chiffres. Pour les chlorures, on admet une valeur limite de 250mmgr/l exprimé en chlore.

En comparant les divers résultats que nous avons trouvés, nous observons un taux assez stable de chlorures - exprimé en chlorure de sodium -

Il faudrait d'ailleurs une pollution massive pour observer une augmentation des chlorures, étant donné l'importance du débit de la Vienne. C'est donc bien la répétition des analyses et la comparaison des valeurs qui présentent un intérêt du point de vue interprétation hygiénique d'une eau.

Dates	Chlorures en mmgr/l	Dates	Chlorures en mmgr/l
4/XI/66	26	16/III	28
8/XI	29	21/III	24
25/XI	29, 2	30/III	26
12/XII	23	4/IV	26
19/XII	23	II/IV	24
9 /I /67	24	17/IV	29
13/I	29, 2	21/IV	29, 2
17/I	26, 3	8/V	31
30/I	26, 3	20/V	28
6/II	29	25/V	28
13/II	28	9/VI	30
15/II	29	12/VI	32
17/II	29	29/VI	30
1/III	21	3/VII	28
7/III	24		
13/III	24		

c) DURETE

En plus des contrôles chimiques de pollution, nous effectuons sur chaque échantillon une étude de la dureté, sous forme de dureté totale et de dureté calcique.

“ La dureté, ou titre hydrométrique d’une eau, correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l’exception des métaux alcalins et de l’ion hydrogène. La dureté est due aux ions calcium et magnésium auxquels s’ajoutent quelquefois les ions fer et aluminium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon : elle est aussi très souvent mesurée en degrés français.

Dans l’eau on peut déterminer :

- la dureté totale, ou titre hydrométrique, qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne.
- la dureté calcique, qui correspond à la teneur globale en sels de calcium.
- la dureté magnésienne, qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium.
- la dureté carbonatée ou titre alcalimétrique complet TAC, qui est la somme des alcalinités carbonatée et bicarbonatée.
- la dureté Permanente ou non carbonatée qui correspond à la dureté persistant après ébullition de l’eau ” (36)

En pratique, nous recherchons la dureté totale et la dureté calcique.

Dureté Totale.

A la méthode au palmitate, nous préférons la technique au complexe III.

Dureté Calcique

Nous utilisons la méthode à la calcéine, Dans ce cas la dureté correspond à la teneur globale en sels de calcium.

Résultats - Interprétations

Dans la circulaire du 15 Mars 1962 - annexe C - on relève en plus des éléments toxiques ou indésirables (Pb, As) “ des éléments pouvant constituer une gêne pour l’usager ” et en particuliers calcium et magnésium.” Les sels de chaux et de magnésie rendent l’eau dure

lorsque leur concentration est trop élevée. L'appréciation globale de la dureté est donnée par la mesure du degré hydrométrique dont il est souhaitable qu'il ne dépasse pas 33° " . (15)

La réglementation française précise que si le degré hydrotimétrique total doit être inférieur à 30° français, le degré optimum paraît s'établir aux environs de 12 à 15° .

En reprenant les chiffres de Rodier, on peut écrire :

Eaux potables de bonne qualité	inférieur à 15°
Eaux acceptables	inférieur à 50°
Eaux d'utilisation difficile à adoucir	supérieur à 60°

Des chiffres des analyses effectuées, il ressort que la ville de Châtellerault possède une eau de degré située dans la zone optima. Les ménagères ne pourront se plaindre que les sels de calcium ou de magnésium empêchent la cuisson des légumes ; les enfants et les nourrissons conserveront une peau douce, lisse et souple car elle ne peut se recouvrir d'une couche de savon calcaire ou magnésien insoluble comme c'est le cas en présence d'eau séléniteuse ; enfin les chaudières à vapeur n'ont pas à craindre la formation de tartre.

Dates	Dureté Calcique	Dureté Totale		Dates	Dureté Calcique	Dureté Totale
8/11/66	9, 1	9,9		1/3	4, 2	6, 7
25/11	8, 7	9, 2		7/3	3, 8	5, 2
29/11	11			13/3	5, 4	6, 2
12/12	3, 8	4, 4		16/3	5, 2	5, 8
15/12	3, 4	4, 1		21/3	5, 4	6
5/1/67	4, 2	4, 4		30/3	9	10
9/1	4, 6	5, 5		4/4	7	7, 7
13/1	5, 5	6, 5		6/4	6, 9	7, 6
17/1	5, 4	6, 7		17/4	8, 8	9, 8
23/1	5, 8	6, 3		17/4	9, 4	10
30/1	4	4, 7		19/4	9, 2	10, 5
6/2	5, 8	6, 4		21/4	9, 6	10, 6
13/2	8, 6	9, 8		8/5	9, 7	11, 5
15/2	8, 6	9, 3		25/5	9, 2	10
17/2	9, 5	10		26/5	9	10, 5
				12/6	9, 4	11, 2

Classification des eaux

d'après les résultats obtenus à l'analyse chimique
(Jaulmes, Jude, Quérandal des Essarts, Delga)

	Très pure	Potable	Suspecte	Mauvaise
Degrés Hydro Total	5 à 15	15 à 30	> 30	>100
Degrés Hydro Permanent	2 à 5	5 à 12	12 à 18	> 20
Degrés Chlorures	< 15	40	50 à 100	>100
N. Nitreux	0	0	+	+
N. Ammoniacal (mmgr/l)		0, 5		
N. Nitrique (mmgr/l)	0	0 à 15	15 à 30	> 30
O2 consommé (mmgr/l) 1)	< 1	1 à 2	3 à 4	> 4

1) lorsque la valeur trouvée en milieu alcalin est supérieure à celle trouvée en milieu acide, il est à présumer que la différence est due à une souillure d'origine animale.

Etude bacteriologique .

Parmi les nombreuses analyses bactériologiques effectuées de façon régulière pour détecter une éventuelle contamination, nous ne citerons que celle réalisée en 1914, à la demande du maire, par le laboratoire de l'Ecole de médecine de Poitiers.

“ Le prélèvement a été fait le 3 Avril 1914, à 11 heures sur les quais, dans une bouteille bouillie au préalable et bouchée, aussitôt remplie avec un bouchon également bouilli. 2/3 de cette eau a été recueillie à la surface et 1/3 à environ 60 cm de profondeur. La prise a été faite devant la grille du canal qui reçoit pour la ville les eaux de la Vienne.”
(3)

Nous citons les conclusions de l'expert :

“ Recherche des germes pathogènes (b. typhi en particulier) néant
Recherche des bactéries putrides : néant

Les seules espèces microbiennes rencontrées sont des germes saprophytes inoffensifs et des moisissures.

Au point de vue bactériologique, cette eau potable peut être consommée sans danger, pour le moment du moins. Cependant, on ne saurait se montrer trop circonspect dans l'emploi des eaux de rivière comme boisson. Ces eaux, en effet, en plus de la grande quantité de matières organiques (décomposition animale et végétale qu'elles renferment, et qui en font d'ailleurs d'excellents milieux de culture pour les microbes, sont toujours exposées à des causes de contamination extérieure (égouts, ordures ménagères, lavoirs) qui en rendent la consommation toujours suspecte et parfois dangereuse.” (3)

Au cours de chaque analyse bactériologique, nous réalisons de façon régulière

1) la numération des germes totaux.

2) L'identification et la numération des germes, tests de contamination fécale (Coli, Coliformes, Sulfite reducteurs),

Nous allons brièvement en indiquer les techniques et les résultats obtenus.

a) NUMERATION DES GERMES TOTAUX

Comme nous effectuons des analyses sur une eau décantée et filtrée, donc débarrassée de matières organiques en suspension, nous faisons appel à la technique des membranes filtrantes, que nous allons décrire brièvement.

Principe

“ On appelle membrane filtrante moléculaire, une membrane possédant des pores de grandeur telle qu'elle arrête des substances solides de dimensions supérieures, en restant perméables aux liquides et substances dissoutes dans ceux-ci. Pour les différents types préparés, les diamètres des pores vont de 5 à 3000 $m\mu$ ” (8) On va donc enrichir par filtration sur la surface d'une membrane de degrés de porosité déterminée (MF 50), les germes présents dans l'eau ou dans une suspension aqueuse de produits à examiner.

Le laboratoire de biologie de l'hôpital de Châtellerault utilise des membranes quadrillées Coli 5 d'origine allemande (Membrane filtrer gottingen MF 50), dont nous indiquons les principales caractéristiques :

1 - Nature : elles sont constituées de cellulose et de dérivés de cellulose (nitrate)

2 - Porosité : le fabricant indique deux grandeurs de pores selon la technique de mesure utilisée : selon la loi d'Hagen Poiseuille, le diamètre moyen serait de 0,6 $m\mu$ alors qu'avec le procédé d'intusion de mercure on aurait 0,45 $m\mu$. Ce diamètre permet de retenir les bactéries sur la membrane.

3 - Rendement : On admet un nombre moyen de pores de 10^8 par cm^2 ce qui permet un rendement très intéressant. Comme nous utilisons une eau limpide déjà traitée donc débarrassée des matières en suspension, nous n'avons pas utilisé de préfiltre. Il suffit d'assister la filtration par une dépression réalisée par une trompe à eau à l'aide d'une fiole de buchner.

4 - Perméabilité : " Les membranes arrêtent la totalité des bactéries en suspension dans un liquide et sont parfaitement perméables aux substances nutritives des milieux de culture ; ce dernier fait explique qu'en plaçant une membrane filtrante recouverte de microbes sur un milieu solide convenable, les bactéries puissent cultiver et donner à la surface de la membrane des colonies. Celles-ci ont des formes, dimensions et caractères comparables à ceux observés sur milieux identiques, enseignés selon les procédés habituels ". (8)

Tel est le principe de la méthode des membranes filtrantes, dont les applications débordent très largement le cadre de la bactériologie des eaux, puisque cette méthode trouve son utilisation dans les examens des bières du lait, des jus de fruits, des agents de désinfection et de conservation.

Les Milieux de Culture

Pour la numération des germes totaux, nous utilisons des milieux solides classiques - gélose T - que nous préparons , alors que, pour la colimétrie, nous faisons appel à des milieux de culture sous forme sèche comme nous le verrons ultérieurement.

1 - Appareil de Filtration

- Description de l'appareil - L'appareil comprend :

" un réservoir supérieur où l'eau à examiner est versée. Un disque de verre poreux sur lequel est placée la membrane.

Un collier de serrage mobile qui assure la fixation de la membrane et évite toute fuite à ce niveau.

Une partie métallique inférieure où s'encastre le verre poreux ; elle se termine par un tube d'évacuation de l'eau filtrée, muni d'un robinet.

Le tube d'évacuation pénètre dans un bouchon de caoutchouc fixé sur une fiole tubulée à filtration. Celle-ci est connectée à une trompe à eau."

(8)

- Stérilisation de l'Appareil

Au début des opérations et en cours de série on stérilise par chauffage au bec bunsen, la plaque en verre fritté que l'on débarassera en cours de chauffage de l'eau éventuellement retenue par une ou deux mises en contact avec le vide.

Cette plaque stérilisée est recouverte pendant son refroidissement en dehors de son usage, d'un couvercle de Pétri stérile.

Pour les pièces métalliques (récipient et collier) on stérilise à la fin des opérations au four 2 heures à 180°. Entre chaque isolement, on stérilise à la chaleur par flambage de l'intérieur de l'entonnoir et de la surface de filtration.

- Stérilisation des Membranes

Ebullition 20 minutes dans l'eau distillée à petit feu. On laisse refroidir après avoir couvert le becher d'un couvercle de Pétri stérile. Pour éviter le plissement des membranes, on réalise une ébullition progressive et douce, sans contact avec les parois du becher.

2 - Technique de Filtration

On prélève une membrane dans le bécber qui les contient à l'aide de pinces droites stériles. On la dépose sur la plaque fritee, On prélève à l'aide de pinces longues courbées et flambées le réservoir et son collier de serrage. On met en place à l'aide des pinces, on termine le vissage à la main, en ayant soin de ne pas toucher des doigts les parois, même extérieures, du réservoir. On filtre la quantité adéquate selon le tableau de Buttiaux.

Origine des eaux	37°	44°	Nombre de membranes
Eau de distribution traitée	100 cc	100 cc	2
Eau de distribution non traitée (puits)	10 cc ou 100 cc	100 cc	3
Eaux très polluées	0,5cc à 10 cc	0,5cc à 10 cc	4
Eau de surface peu polluée	10 cc à 50 cc	100 cc	3

On rince avec de l'eau distillée stérile le plus distalement possible. Il suffit alors de l'appliquer sur le milieu de culture - gélose T pour les germes totaux, par exemple - en ayant soin d'éviter la retenue de bulles d'air entre la face inférieure de la membrane et la surface du milieu de culture.

3 - Interprétation de la numération des germes totaux

La numération des germes totaux ne présente pas une valeur très importante pour déterminer la qualité bactériologique de l'eau

Les germes totaux sont essentiellement représentés par des bactéries saprophytes inoffensives pour l'homme, telles que *Bacillus* (*lutéus*, *subtilis*, *stolomatus*) *Sarcines* (*aurantiaca*, *roséa*) *Micrococcus* (*lutéus*, *aquatis*, *radiatus*)

La lecture des résultats nous montre des chiffres variables selon les prélèvements " Réalisé une fois, le dénombrement des germes totaux est sans valeur; répété, il donne des renseignements sur le teneur habituelle en bactéries." (6)

Il est donc difficile de tirer des conclusions de la numération des germes totaux. Pour les auteurs américains, un nombre de colonies supérieur à 200 par cm³ pour les eaux traitées, et à 500 pour les eaux brutes (eaux de source, de puits), est considéré comme une contamination suffisante pour rendre ces eaux impropres à la boisson.

Une observation attentive des lieux de prélèvement nous a montré un nombre de germes totaux toujours supérieur, là où il y a stagnation et séjour prolongé de l'eau (réservoirs, conduites de distribution dans les sous sols)

En pratique, nous portons notre attention surtout sur les germes test de contamination fécale.

b) RECHERCHE ET NUMERATION DES COLIBACILLES ET COLIFORMES

Définition

" La colimétrie est la méthode de recherche et de numération du Colibacille et des Coliformes dans une eau, en mettant

en oeuvre des procédés permettant la culture de ce germe, tout en empêchant le développement du plus grand nombre des germes d'accompagnement ''.

Un double problème se pose à l'homme de laboratoire : celui du choix judicieux de la technique et celui des critères à appliquer pour classer un germe dans le groupe des Coliformes.

Différentes techniques sont possibles pour la recherche et l'identification des Entérobactéries, et, tout particulièrement de *L'Eschérichia Coli* et de ce qu'il est classique d'appeler Coliformes. La circulaire du 21 Janvier 1960 - J.O. du 15 mars 1960 - préconise 2 types de techniques ;

la colimétrie sur membrane filtrante.

la colimétrie classique sur milieux solides ou liquides.

Mais, comme le remarque cette circulaire, '' la standardisation est plus difficile à obtenir en bactériologie qu'en physique et en chimie. Particulièrement en ce qui touche à la recherche des germes test de la contamination fécale, l'on doit observer qu'il n'existe pas de technique universellement applicable à toutes les eaux. Selon leurs caractéristiques, (turbidité degré de pollution, eaux naturelles ou corrigées) il conviendra de recourir à tel ou tel procédé ou à leur association .''
(14)

On laisse donc le choix de la méthode au bactériologiste, Aux Etats Unis, les méthodes d'analyses d'eau ainsi que la composition des milieux utilisés ont été codifiées par l'American Public Health Association sous le nom de '' Standard method for the examination of water and sewage ''.

En 1958, l'OMS a publié une monographie indiquant les méthodes bactériologiques d'analyses applicables aux eaux de consommation.

De nombreux pays étrangers se sont vus imposer un protocole identique d'analyses : en effet, la multiplicité des techniques rendait délicate l'interprétation, et surtout la comparaison des résultats.

Cette diversité de techniques de colimétrie expliquait les discordances plus apparentes que réelles observées parfois dans l'expression numérique des résultats obtenus par différents laboratoires.

A ce problème du choix judicieux de la technique, s'ajoute un second, celui de la détermination et de l'identification des Coliformes. Qu'entend t'on par Coliformes ? " La tribu des Coliformes englobe toutes les entérobactéries attaquant le lactose avec formation d'acides et souvent de gaz." (4) Aux critères morphologiques de différentiation, ont succédé des critères biochimiques et même sérologiques. En effet, à coté des Coliformes typiques dont " l'attaque franche du lactose n'autorise aucune hésitation", on peut distinguer le groupe des Paracolons ou Paracolibactrum " vaste groupe d'entérobactéries difficiles à limiter, tant les individus qu'on y place sont capricieux dans leur comportement biochimique." (4,5) Les travaux de Buttiaux Kauffmann ont permis une classification provisoire. Comme le faisait remarquer Brisou, " il faut insister sur le fait qu'entre les tribus et entre les genres d'entérobactéries, il est difficile de tracer des frontières précises. Il n'y a pas de hiatus. On passe d'une tribu à une autre, d'un genre à l'autre par une série d'intermédiaires, formes sans doute adaptatives que l'on saisit tout à fait fortuitement au cours de leur cycle." (5)

C'est la raison pour laquelle on éprouve des difficultés pour identifier et classer cette catégorie de germes. Certains manuels parlent d'Eschérichia Coli I et d'Eschérichia Coli II ; d'Eschérichia Freudi I et II,

Nous allons étudier les méthodes indicatives de diagnostic sur milieux liquides et les techniques de colimétrie sur milieux solides.

Méthodes indicatives sur milieux liquides :

Aux techniques de Vincent ou de Miquel qui utilisaient l'acide phénique, nous avons préféré les milieux lactosés, avec indicateur de fermentation du lactose. On utilise les propriétés biochimiques d'Eschérichia Coli et de certains Coliformes de fermenter le lactose avec gaz,

Nous utilisons le bouillon lactosé simple ou double au pourpre de bromocrésol c'est à dire le bouillon de Mac Conkey (Mac Conkey broth) C'est une modification du milieu décrit en 1901 par MacConkey. Nous utilisons le milieu sec que nous préparons en fonction des besoins hebdomadaires.

- Ensemencement

Comme il s'agit de l'eau de la Vienne traitée par l'ozone et prélevée en différents points du circuit de distribution de la ville de Châtelleraut, il nous faut prendre des inoculum importants.

2 tubes milieu simple inoculés avec 10cc d'eau

5 tubes milieu double inoculés avec 10cc d'eau

Les tubes sont observés après 24 et 48 h. La présence de coliformes est mise en évidence par la formation de gaz et par le virage au jaune de l'indicateur dû à l'acidification du milieu. S'il y a dégagement de gaz et fermentation du lactose - virage du PBC - on admet qu'il y a du colibacille ou des coliformes.

Comme l'indique la circulaire ministérielle du 21 Janvier 1960, " les résultats de cette culture en bouillon lactosé sont simplement présomptifs, car il existe " des fausses réactions " la plus fréquente est due aux bacilles et aux clostridium fermentant le lactose avec gaz, et capables de se multiplier dans la zone profonde des tubes". (13) C'est la raison pour laquelle, en présence d'un virage, nous procédons à :

1 examen entre lames et lamelles

1 coloration de Gram pour rechercher les bacilles gram négatif

1 identification biochimique d'Eschérichia Coli et des Coliformes.

A cette technique purement indicative, nous associons toujours une technique plus sélective, en faisant appel à des milieux solides gélose d'Endo et gélose au TTC qui constituent la Colimétrie sur milieux solides.

Colimétrie sur milieux solides

Comme le remarque Buttiaux, pour obtenir des résultats rapides et facilement interprétables, il est nécessaire :

1) d'employer un milieu dont les principes nutritifs diffusant à travers la membrane filtrante soient suffisants en qualité et quantité pour amener une multiplication rapide des germes.

2) Les colonies des coliformes doivent être facilement distinguées de celles des autres bacilles gram négatif, si fréquents dans les eaux (alcaligenes, Pseudomonas, Flavobactérium, Serratia)

3) d'inhiber la culture des bacillus envahissant la surface des membranes." (6)

Etudions les facteurs que le bactériologiste peut faire varier pour agir sur le développement des germes :

- La Température

La température d'incubation joue un très grand rôle. Il semble que les saprophytes banaux (alcaligènes, flavobactérium, Serratia, Pseudomonas) cultivent trop rapidement à 30° et rendent alors mal visibles certaines colonies, en particulier avec le triphényl tétrazolum.

Nous effectuons pour chaque milieu de culture, une double incubation à 37° et à 44° . Par ce procédé physique de culture sélective on met à profit l'aptitude du colibacille à pousser à des températures élevées. En effet, seuls les E Coli peuvent se développer à 44° . Cependant, " cette température de 44° paraît toutefois excessive car certaines races de Colibacilles y perdent toute vitalité."

A ces techniques sélectives utilisant des moyens physiques, on associe des procédés chimiques qui consistent à l'adjonction au milieu de culture solide ou liquide de substances inhibant la pousse de certains germes.

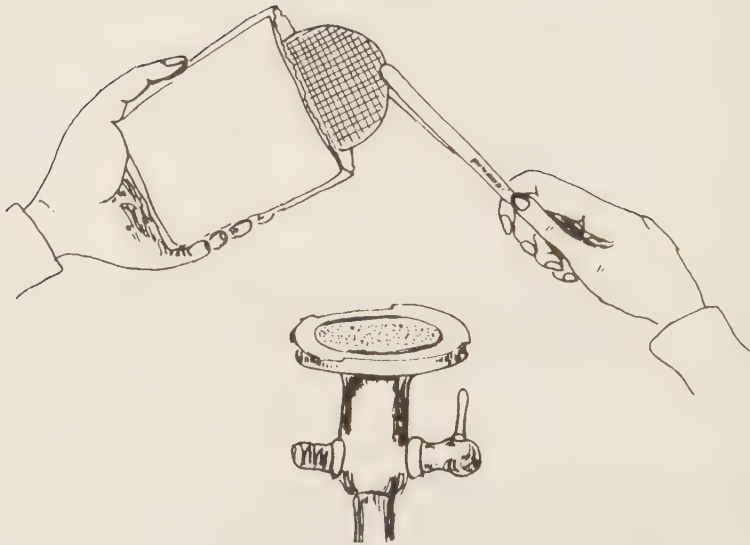
- Les milieux de cultures

Nous utilisons la technique des membranes filtrantes en faisant appel :

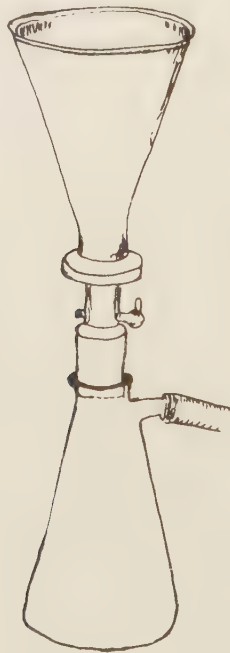
à des milieux classiques gélose d'endo

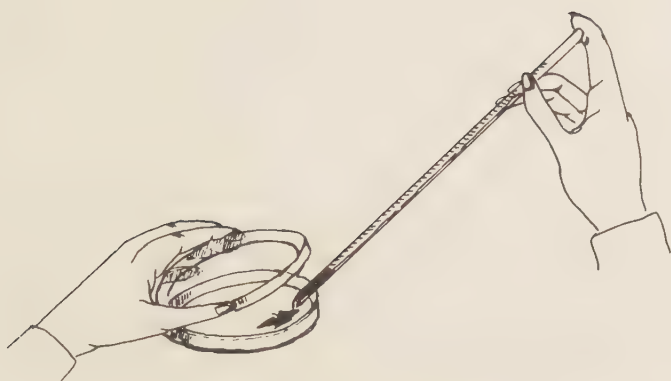
à des milieux synthétiques au TTC tergitol, présentés sous forme de milieux de culture déshydratés (carton imprégné de milieux de culture)

Ces derniers milieux de culture sont fabriqués avec un diamètre de 50mm s'adaptant aux membranes filtrantes. Ils contiennent le milieu de culture sous forme déshydraté - produit Merck - et on les utilise associés avec des membranes filtrantes. L'ensemble, 2 membranes plus 2 cartons, est livré sous pochette stérile (stérilisation à l'oxyde d'éthylène) prêt à l'emploi . Comme le montre le schéma, il suffit de placer le carton imprégné de milieu de culture dans une boîte de Pétri, contenant 3 ml d'eau distillée stérile, les matières nutritives se dissolvent immédiatement et régulièrement.

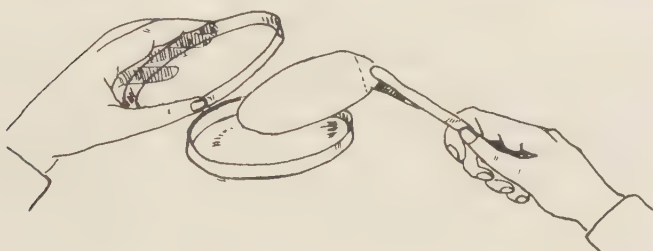


La membrane filtrante, retirée de sa pochette à l'aide de pinces flambées, est placée sur la fritte de l'appareil. L'entonnoir est vissé sur le support de la fiole de kitasato.

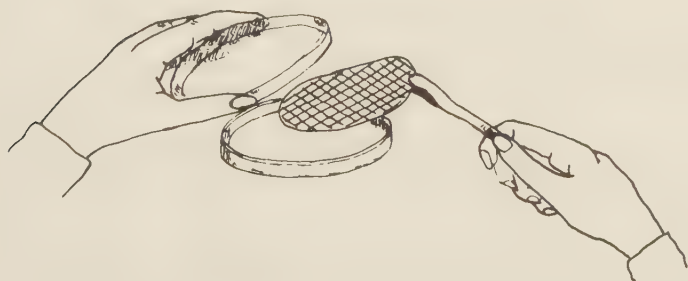




On introduit 3cc d'eau distillée stérile dans une boîte de Pétri puis on dépose la plaque de carton imprégnée de milieu de culture. On obtient une dissolution uniforme du milieu nutritif.



Après filtration, la membrane est déposée sur la plaque de carton à milieu nutritif en évitant les bulles d'air.



Parmi les nombreux cartons imprégnés de milieux de culture fournis par le commerce type Azide pour les Entérocoques, type sulfite de bismuth pour les Salmonelles, type moût pour les levures et moisissures, nous n'utilisons de façon systématique que le Tergitol TTC pour la Colimétrie.

- Culture sur gélose d'Endo

La gélose d'Endo est une gélose lactosée qui permet l'inhibition des gram positif par la fuschine basique et le sulfite de sodium. Elle nous permet de faire une numération des Coli et Coliformes à 37 ° et 44°. Les colibacilles se développent en 16 à 20 h à 37° en colonies plates, à éclat métallique ; chacune réalise une tache foncée sur la face inférieure du filtre. Nous réalisons un ensemencement de 100cc d'eau, afin d'avoir un nombre suffisamment important de colonies.

- Utilisation du Triphényl tétrazolium associé au tergitol

La séparation Coli Coliformes est basée sur le principe qu'E Coli est seul capable de fournir des colonies TTC : 0 à halo jaune lorsqu'on incube à 44°. Escherichia intermédiaire et Aéro-bacter ne se développent pas. Il en est de même de la presque totalité des germes saprophytes de l'eau. " (6) La réduction du triphényl tétrazolium permet d'obtenir différentes colonies. " Les bactéries réduisant le TTC ont des colonies jaunes à centre légèrement orangé ; celles réduisant légèrement le TTC donnent des colonies rouge brique." (6) On obtient donc selon la réduction ou l'absence de réduction du TTC les aspects suivants :

Escherichia Coli

Colonies jaunes à centre ± orangé (TTC : 0)

Escherichia intermédiaire

Même aspect qu'Escherichia Coli. La différenciation se fera par l'incubation à 37° et à 44°

Aérobacter

Colonies jaunes à centre orangé (TTC : 0) ou rouge brique (TTC : + ou -)

En pratique, en présence de colonies TTC : 0 ou TTC + ou — nous effectuons :

un examen direct après coloration de Gram.

une identification biochimique succincte, analogue à celle pratiquée en bactériologie médicale (milieu de Kliger, citrate de Simmons, urée, indol,) Selon Buttiaux, l'identification est réalisée en ensemencant sur Kliger et citrate qu'on incube à 30°

“ Il nous semble inutile de rechercher la production d'acétone et le test du rouge de méthyle. Seule est utile au point de vue hygiénique la distinction entre *Escherichia Coli*, d'une part, et l'ensemble *Escherichia* intermédiaire + *Aérobacter*, de l'autre. L'impossibilité ou le pouvoir d'utiliser le citrate de sodium suffisent pour caractériser ces deux groupes.” (6)

c) RECHERCHE ET NUMERATION DES STREPTOCOQUES FÉCAUX

L'eau de la ville de Châtellerault ayant subi un traitement par l'ozone, la recherche de streptocoques fécaux devient de peu d'intérêt. En effet, d'après la circulaire ministérielle du 21 Janvier 1960, “ la recherche des streptocoques fécaux est un complément de la colimétrie pour dépister les contaminations fécales. Sans intérêt pour les eaux traitées par le chlore et l'ozone, la recherche est indispensable pour celles qui ne le sont pas et pour celles des régions rurales, en particulier.” (13)

C'est la raison pour laquelle nous ne pratiquons pas cette recherche dans le cas particulier de l'eau fournie par la Compagnie de l'Ozone à la ville de Châtellerault.

Il n'en reste pas moins vrai que les streptocoques fécaux doivent être considérés “ comme des témoins valables de la contamination fécale des eaux”, selon Buttiaux. (6,7)

d) RECHERCHE DES SULFITE REDUCTEURS

Pour effectuer cette recherche, nous avons à notre disposition soit les membranes filtrantes et des milieux desséchés de type Wilson Blair soit de la gélose glucosée VF. C'est cette dernière technique qui a notre préférence.

Selon la circulaire du 21 Mars 1960, on commence par porter 25 ml de l'eau à analyser au BM. à 80° pendant cinq minutes, afin de détruire les formes végétatives des bactéries, tout en laissant subsister les spores. On incorpore l'eau à deux tubes de gélose glucosée VF préalablement régénérés auxquels on a ajouté une solution de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après refroidissement sous le robinet, les tubes sont mis à incuber à l'étuve à 37°. Lecture 16 h et 48 h après l'ensemencement. " Est considérée comme colonie de *Clostridium sulfito réducteur* toute colonie noire à auréole noire d'un diamètre supérieur à 3mm, si la pousse s'est effectuée seulement en 48 h."

Les résultats sont exprimés par 100 ml.

Interprétation

" Basé sur le fait que les spores de *Clostridium sulfito réductrices* sont résistantes aux agents physiques et chimiques, on peut dire que les sulfito réducteurs sont un témoin de contamination fécale plus certain que les autres tests".

Pour une eau de distribution traitée (collectivités), la présence en faible quantité serait tolérable. Selon Buttiaux, il faut être très prudent dans l'interprétation des sulfito réducteurs, car leur origine peut être tellurique et non fécale.

e) EXPRESSION DES RESULTATS - INTERPRETATIONS BACTERIOLOGIQUES

Avant toute interprétation, se pose le problème de l'expression des résultats. Doit on indiquer le nombre de germes par ml ; par 100 ml ou par litre ? L' O.M.S. préconise d'exprimer le nombre de germes totaux au ml et le nombre de Coli Coliformes et sulfito réducteurs par 100 ml. Par contre, le lecteur de la circulaire du 24 Novembre 1964 constate qu'on doit indiquer " le nombre d'*Eschérichia Coli* par litre, le nombre de coliformes par litre, et le nombre de *Perfringens* par litre.

Dans nos tableaux, nous mentionnons tous nos résultats par 100 ml ce qui correspond à la quantité d'eau exactement filtrée sur membrane. Ces différences d'expression marquent bien un manque de standardisation. Or, " un même mode d'expression des résultats de l'analyse bactériologique de l'eau est souhaitable sur les plans nationaux et internationaux." (6) Cette standardisation faciliterait grandement le travail

des hygiénistes dans l'interprétation des résultats. Comme l'indique la circulaire du 21 Janvier 1960, " il faudrait une technique standardisée qui permette de fournir des résultats constants dans le même laboratoire et sensiblement équivalent d'un laboratoire à l'autre ".

Nous avons condensé dans un même tableau les résultats suivants :

numération des germes totaux.

numération des germes tests de contamination fécale :

Coli
Coliformes
Sulfito réducteurs

Pour apprécier la valeur des tests de contamination fécale, il faut faire intervenir pour chacun trois facteurs si l'on veut estimer la qualité bactériologique d'une eau.

" La sensibilité : elle sera d'autant plus grande que le germe considéré est plus abondant dans les fèces ou les eaux résiduaires.

la résistance : elle explique la survie plus ou moins longue du microbe test dans les milieux extérieurs.

la spécificité : elle indique l'origine strictement fécale du témoin de contamination."

Les Coliformes

Eschérichia Coli est un témoin très sensible très spécifique peu résistant. Il est le meilleur indice de contaminations fécales récentes.

Le groupe Eschérichia intermédiaire - Aérobaeter -

Il peut-être parfois d'origine fécale ; pour le considérer comme tel, il faudra qu'il coexiste dans l'eau avec d'autres témoins de souillure. Dans la majorité des cas, quand il existe seul dans une eau, il n'a pas de signification pathologique et les germes faisant partie de ce groupe sont considérés comme provenant de nids microbiens incrustés dans les parois des réservoirs, les canalisations de distribution, ou les joints

en jute de celles ci." Cependant, les Coliformes seraient aussi un signe important de contamination. Selon Briseau " Aërobacter serait présent dans 30 % des produits pathologiques ou des selles. Il serait donc tout aussi inquiétant qu'Eschérichia coli, si on le rencontre dans une eau de boisson." (4,5)

Le lecteur, après les études des divers documents, verra que l'interprétation reste souvent délicate et que les normes de potabilité, ne sont pas toujours établies avec certitude. En se référant aux textes officiels, on voit que, pour être considérée comme propre à l'alimentation, une eau traitée ne doit plus contenir aucun coliforme dans 50 ml d'eau , à la sortie de l'installation de traitement (circulaire du 24 Novembre 1954). La circulaire du 15 Mars 1962 précise que l'on doit " considérer comme impropre à l'alimentation toute eau contenant au moins 1 eschérichia coli, dûment identifié dans 100 ml d'eau".

Enfin, certains auteurs donnent une marge plus importante : Seigneurin et Magnin admettent, par exemple, une eau suspecte de contamination fécale légère, si on trouve moins de 6 colibacilles pour 100 ml d'eau de façon intermittente, ou quelques clostridiums sulfitoréducteurs de façon isolé. L'eau sera considérée comme mauvaise et soumise à une contamination fécale importante, si l'analyse montre plus de 6 Coli pour 100 ml d'eau. (39, 40)

Il est bien certain qu'en présence d'une eau traitée par un agent physique puissant comme l'ozone, les conclusions doivent être strictes malgré l'origine fluviale.

Il semble qu'à Châtellerault, on puisse donner schématiquement l'interprétation suivante pour une eau traitée :

Présence d'un seul Eschérichia Coli dans 100cc d'eau : Eau non potable

Présence Coliformes + Clostridium : Eau non potable

Présence isolée Coliformes

Streptocoques + Clostridium : Eau suspecte

Résultats des Analyses bactériologiques

Date	Germes Totaux	Coli	Coliformes	Sulfito Réducteurs
27/ 9/66	180	0	40	0
2/10	200	0	0	0
10/10	100	0	0	0
20/10	0	0	0	0
4/11	85	0	0	0
4/11	100	0	0	0
4/11	80	0	0	0
8/11	95	1	0	0
10/11	90	0	10	0
14/11	50	0	0	0
17/11	110	0	10	0
25/11	40	0	6	0
1/12	Numération Impossible	0	250	+
6/12	75	0	0	0
12/12	115	0	10	0
15/12	15	0	0	0
19/12	0	0	0	
5/ 1/67	100	0	0	0
9/ 1	Numération Impossible	10	100	0
13/ 1	120	0	0	0
17/ 1	600	0	20	0
23/ 1	400	0	30	0
30/ 1	30	0	0	0
6/ 2	50	0	0	0

Date	Germes Totaux	Coli	Coliformes	Sulfito Réducteurs
13/2/67	80	0	0	0
15/2	120	0	0	0
17/2	260	0	20	0
1/3	110	0	0	0
7/3	120	0	0	0
13/3	80	0	0	0
16/3	10	0	0	0
21/3	20	0	0	0
30/3	45	0	0	0
4/4	180	0	5	0
4/4	150	0	6	0
4/4	30	0	0	0
11/4	10	0	0	0
17/4	Numération impossible	10	100	0
17/4	120	0	5	0
17/4	420	0	2	0
17/4	300	0	2	0
21/4	20	0	0	0
8/5	0	0	0	0
25/5	50	0	0	0
25/5	220	0	3	0
31/6	70	0	0	0
6/6	60	0	0	0
21/6	150	0	0	0

Date	Germes Totaux	Coli	Coliformes	Sulfito Réducteurs
26/VI/67	Incomptable	10	0	0
8/IX	50	0	0	0
11/IX	200	Néant	50	0
11/IX	Incomptable	Incomptable	0	0
14/IX	500	0	0	0
14/IX	300	0	0	0
27/IX	Incomptable	100	+	0
27/IX	Incomptable	10	100	0
2/X	Incomptable	110	+	0
2/X	0	0	0	0
4/X	Incomptable	0	300	0
4/X	Incomptable	0	200	0
4/X	Incomptable	0	50	0
11/X	Incomptable	100	100	0
11/X	150	0	0	0
16/X	Incomptable	0	250	0
16/X	300	0	0	0
16/X	300	0	50	0
16/X	Incomptable	0	Incomptable	0
25/X	800	0	0	0
25/X	400	0	0	0
25/X	800	0	100	0
7/XI	600	0	0	0
7/XI	1000	0	+	0
7/XI	Incomptable	50	0	0

Date	Germes Totaux	Coli	Coliformes	Sulfite Réducteurs
3/I /68	1000	0	0	0
4/I	600	0	0	0
4/I	1000	0	0	0
4/I	Incomptable	0	2	0
29/I	Incomptable	0	5	0
29/I	1000	0	0	0
29/I	600	0	0	0
8/III	150	0	0	0
8/III	1000	0	0	0
18/III	50	0	0	0
18/III	200	0	0	0
27/III	1200	0	0	0
27/III	500	0	0	0
4/IV	50	0	0	0
4/IV	500	0	0	0
9/IV	500	0	0	0
9/IV	Incomptable	0	0	0
19/IV	100	0	0	0
19/V	1000	0	2	0
3/V	500	0	0	0
3/V	Incomptable	10	0	0
9/V	1000	0	0	0
9/V	1000	0	2	0
15/V	100	0	0	0
15/V	0	0	0	0
21/V	50	0	0	0
10/VI	0	0	0	0

On peut donc considérer "une eau comme suspecte ou menacée de pollution, si la recherche de l'un ou plusieurs des germes test *Eschérichia Coli*, *Streptocoque fécalis*, *Clostridium perfringens*) donne un résultat positif, quelque soit le résultat des analyses antérieures".

Chaque fois que les prélèvements ont été effectués à la sortie de l'installation de traitement (salle des machines, salle de pompage) nous n'avons pas constaté de souillures ni coli ni coliformes, germes totaux nuls ou inférieurs à 50 par 100 ml. Par contre, sur différents points du circuit, on observe soit des Coli soit des Coliformes ou même les deux, En présence de telles anomalies, un nouveau prélèvement est effectué et une nouvelle analyse réalisée. Cette présence de Coliformes serait surtout observée en des points de distribution où il n'y a pas de vidange suffisante (conduite en cul de sac).

CONCLUSIONS

Cette thèse comprend quatre parties :

I - Une partie bibliographique avec :

a) L'historique de l'alimentation en eau de la ville, grande préoccupation des châtelleraudais qui jusqu'en 1913 n'eurent à leur disposition que l'eau de la Vienne ni filtrée ni traitée ou celles des fontaines et des puits souvent plus pollués encore.

A partir de cette date la Société Générale de l'Ozone commença l'installation d'une station d'épuration.

b) Une étude hydrographique de la Vienne qui permet d'expliquer son régime régulier et son débit abondant.

c) Un bref rappel géologique nous montrant que la Vienne atteint dans le châtelleraudais le début du Crétacé avec ses deux étages du Cénomaniens et du Turonien.

II - Une partie technique, avec description de la station d'épuration dans laquelle l'eau de la Vienne subit des corrections physico-chimiques et bactériologiques par :

a) Filtration sur sulfate d'alumine

b) Stérilisation par l'ozone qui améliorent les qualités organoleptiques de l'eau et garantie sa pureté bactériologique.

Les modifications apportées aux installations successives de la Station permettent de fournir les 8000 m³ d'eau journaliers nécessaires à la ville, cette quantité pouvant s'élever à 13.000 m³ en été soit 300 litres par jour et par personne.

III - Une enquête épidémiologique ou après une étude succincte des maladies d'origine hydrique, nous mentionnons les statistiques sur l'endémie typhique communiquée par la Direction de la Santé pour Châtelherault et la Vienne.

IV - Une partie analytique comportant la surveillance de l'eau livrée à la consommation.

Cette surveillance régulière s'exerçant :

a) avant le captage, par l'étude des contaminations, pollution domestique ou industrielles.

b) après épuration pour déceler un risque de contamination au niveau des réservoirs ou des canalisations.

c) l'eau subit un dosage chimique des chlorures une étude de la dureté calcique et un examen bactériologique plus complet avec numération des germes totaux, recherche et numération des colibacilles et des coliformes.

Fournir de l'eau potable constitue encore actuellement l'un des grands problèmes de l'Hygiène urbaine.

Le 29 Octobre 1969

Vu et Permis d'Imprimer

N° Ph 7/69

Le Doyen

G. MEYNIEL

Vu, le Président du Jury de Thèse,

Le 22 Octobre 1969

R. CUVELIER

BIBLIOGRAPHIE

1 - ABRARD (R) -

Géologie régionale du bassin de Paris
Edition Payot - 1950 - pg 202

2 - ARCHIVES compagnie des Eaux de l'Ozone pg 5,7,16.

3 - ARCHIVES Départementales de la Vienne pg 57.

4 - BRISOU (J) -

A propos de Salmonella et de Shigella Coli
Annales Institut Pasteur 1950 tome 78 pg 422

5 - BRISOU (J) et MAGROU -

Les variétés de Coliformes dans leurs rapports avec l'hygiène des
aliments.
Annales Institut Pasteur 1947 tome 73 pg 212, 290.

6 - BUTTIAUX (R) -

Standardisation des méthodes d'analyses bactériologiques de l'eau,
Revue d'hygiène et de Médecine sociale - 1958 tome VI - pg 95
142.

7 - BUTTIAUX (R) et MIEGE -

Mise en évidence du B. de Morgan dans les eaux saumâtres (origine
hydrique possible des contaminations humaines)
Annales institut Pasteur 1947 tome 73 pg 365

8 - BUTTIAUX (R) et MUCHEMBLE (G) -

La Colimétrie sur membranes filtrantes

Annales Institut Pasteur 1953 tome 84 pg 1010.

9 - COLAS (R) -

pg 67

Allocution d'ouverture du XLIème congrès d'hygiène - 9 et 10
X 1961 Paris -

Revue d'hygiène et de Médecine sociale 1962 Tome X - N° 2 -
pg 127, 133.

10 - CREUZE-LATOUCHE

Description topographique du district de Châtelleraut

Imprimerie Guimbert Châtelleraut 1790 - pg 13

11 - CROZET (R) -

Histoire du Poitou pg 27

12 - DUMAS (J) -

Bactériologie médicale

Editions médicales Flammarion pg 996 mise à jour 1958

pg 996 d " " "

13 - EAUX d'ALIMENTATION - Méthodes d'analyse bactériologique

Journal Officiel de la République Française N° 60 64 S

Tirage à part : pg 1 (1947)

pg 7 (1953)

pg 14 (1960)

14 - EAUX d'ALIMENTATION - Loi N°64 - 124 S du 16 Décembre 1964

Journal Officiel de la République Française N° 1320 - 1968. pg 4,
9, 12, 13, 16.

15 - EAU POTABLE : adductions et distributions publiques

Financement des travaux - Hygiène.

Journal Officiel de la République Française N° 1106 - 1968. pg
134, 139 (1106 a - 10), 144 annexe B, 161,

16 - FOLIGUET (J.M), GAUDIN (G) et SCHWARTZBROD (L)

Eaux d'égouts de surface, d'alimentation.

Recherches des virus dans l'eau en Meurthe et Moselle.

Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1966 Tome V - N° 5 -

pg 411 - 432

17 - FLON (H).

Intérêt de la connaissance du sol dans le contrôle et la surveillance des eaux.

Revue d'hygiène et de Médecine Sociale 1958 Tome VI - N° 2 -

pg 218 - 220

18 - FOURMARIER (P)

Introduction à l'étude des eaux destinées à l'alimentation humaine et à l'industrie

Edition Masson Paris 1958 (2ème édition) pg 24, 122, 163, 164.

19 - LA FRANCE -

Géographie et Tourisme. Librairie Larousse - pg 48, 49.

20 - GODARD (E) -

Livre de raison d'une famille châtelleraudaise pg 72.

21 - JACOUPIY (J) -

Le poitou

Collection : Les beaux pays - pg 82

22 - LALANNE Abbé -

Histoire de Châtelleraut et du Chatelleraudais pg 27.

23 - Le BOURDELES (B) -

Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation. Aspects généraux actuels.

Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1958 tome VI - N° 2 -

pg 147 - 157

24 - LECLERC -

Les principes des procédés modernes d'épuration des eaux.

Annexe du livre de Fourmarier - pg 18.

25 - Le STRAT (A) -

Données récentes sur les méthodes d'examen chimique et les procédés de correction des eaux.

Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1958 tome VI - N° 2 - pg 158, 169.

26 - LONGUEMAR (Touzé de)

Etudes géologiques et agronomiques sur le département de la Vienne pg 163.

Mémorial du Poitou N° 39 et 40. Imprimerie Dupré Poitiers 1870 - tome I

27 - MARTONNE (E. de) -

Géographie universelle - La France -

Librairie A. Collin - 1942 - pg 362, 372, 373, 374,

28 - MATHIEU (G.) -

Itinéraires d'excursion géologique autour de Poitiers.

Institut de géologie de Poitiers 1961 tome II - Fascicule 2 - pg 23.

29 - METADIER -

Les eaux d'alimentation de la ville de Tours.

Thèse Doctorat en Pharmacie 1912. Imprimerie E. Arrault - Tours - pg 34, 38, 42.

30 - NEVEU (M) -

Alimentation en eau du milieu rural de la France.

37ème congrès d'Hygiène - Octobre 1957 - Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1958 - tome VI - N° 2 - pg 193, 208.

31 - Notices sur la distribution des eaux dans la ville de Châtellerault
pg 10

Imprimerie et lithographie Rivière 1868.

32 - OTTO (M P) -

L'eau pg 37

Librairie Hachette 1934.

33 - PITIE (J) -

Cahier d'histoire locale

Imprimerie l'Union Poitiers 1949 - pg 23

34 - REGIME ET REPARTITION DES EAUX ET LUTTE CONTRE
LEUR POLLUTION -

Journal Officiel de la République Française N° 1320 - 1968 - pg 1,
11, 12, 13.

35 - RICHARD -

La défense du consommateur - Rubrique -
Cultures marines - Rivages de France -
Avril 1967 - N° 106 - pg 11.

36 - RODIER (J) -

L'analyse chimique et physicochimique de l'eau.
Edition Dunod 1966 - pg 145, 279, 288.

37 - SAINT GENIS (Victor de) -

Inventaire des archives municipales de Châtellerault.
1877 - pg 42.

38 - SEDAILLAN (P), BERTOYE (A), MARK -

Sur le cycle d'apparition des bacilles typho - paratyphiques dans
les selles au cours de la phase aiguë de la dothiéntérie.
Annales Institut Pasteur - tome - 73 - pg 399.

39 - SEIGNEURIN (R), LEGER (Ph.), MAGNIN (R) -

Pollution microbienne et autoépuration des eaux de l'Isère au cours
de la traversée de Grenoble.
Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1962, Tome X - N° 6 -
pg 484, 504.

40 - SEIGNEURIN (R) et MAGNIN (R) -

Qualité bactériologique des eaux alimentant les colonies de vacan-
ces dans le département de l'Isère.
Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale 1962 Tome X - pg 736.

41 - WELSCH (J) -

Examens des projets d'alimentation en eau potable présentés par
les communes de la Vienne, des Deux-Sèvres et de la Vendée.
Rapports sur les terrains géologiques d'où proviennent les eaux
de la Vienne qui sont captées pour le besoin de la ville de Châtel-
lerault.
Bulletin du service de la carte géologique de la France - 1926, 1927.
Tome XXXI - N° 166 - pg 32, 41.

TABLES DES MATIERES

Avant Propos

Introduction	2
Historique Alimentation en eau.....	16
Hydrographie.....	28
Géologie.....	41
Station d'Epuration.....	60
Epidémiologie.....	72
Surveillance de l'Alimentation en eau.....	111
Conclusions	114
Bibliographie.	120
